



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 48332

(13) C2

(51) B G05D1/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОЛОЖЕННЯМ ПЛАТФОРМИ

1

2

(21) 2002010200

(22) 08 01 2002

(24) 15 08 2002

(46) 15 08 2002, Бюл. № 8, 2002 р.

(72) Безлепкін Олександр Андрійович, Бусяк Юрій Митрофанович, Васильченко Олег Георгійович, Головіна Олена Василівна, Качанов Петро Олексійович, Лещенко В'ячеслав Михайлович, Магерамов Лютфалій Курбан-Алієвич, Наплеков Михайло Іванович, Ребров Олексій Анатолійович, Смоляков Василь Андрійович

(73) КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "ХАРКІВСЬКЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО З МАШИНОБУДУВАННЯ ІМЕНІ О.О. МОРОЗОВА"

(56) GB 1117414 19 06 1968

EP 0054935 30 06 1982

US 5848081 08 12 1998

US 6070106 30 05 2000

(57) Система керування положенням платформи, що містить контролер персонального комп'ютера, з'єднаний із трьома електроприводами, кожний з

яких містить послідовно з'єднані цифровий регулятор, електродвигун, кінематично зв'язаний з редуктором, що обладнаний датчиком положення вихідного вала редуктора і за допомогою кривошипно-шатунного механізму з'єднаний із платформою, причому до другого і третього входів цифрового регулятора відповідно підключені виходи датчика струму електродвигуна і датчика швидкості обертання вала електродвигуна, встановленого на валу електродвигуна, яка відрізняється тим, що в кожний електропривод введені послідовно з'єднані датчик положення ротора електродвигуна, перший суматор, інтегратор, другий суматор, вихід якого підключений до четвертого входу цифрового регулятора, другий вихід датчика положення ротора електродвигуна з'єднаний із другим входом другого суматора, причому датчик положення ротора електродвигуна кінематично зв'язаний з електродвигуном, а вихід датчика положення вихідного вала редуктора з'єднаний із другим входом першого суматора

Винахід відноситься до систем автоматичного керування і може бути використаний для електроприводів, що забезпечують переміщення робочих органів механізмів на задану величину

Відомий пристрій для керування вентильним позиційним електроприводом постійного струму з використанням триконтурної замкнутої системи підпорядкованого регулювання. Пристрій містить внутрішній контур регулювання струму в ланцюзі якоря електродвигуна з датчиком струму, регулятором струму і другим суматором, внутрішній контур регулювання частоти обертання вала електродвигуна з регулятором частоти обертання, датчиком частоти обертання і першим суматором, зовнішній контур регулювання положення вихідного вала електродвигуна з блоком завдання переміщення, датчиком положення і регулятором положення вихідного вала електродвигуна (Авт. свид. СССР № 1261934 публ. 7 10 86, МПК G01D3/00)

Відомий пристрій дозволяє забезпечити переміщення робочого органа механізму на задану

величину тільки по одній осі координат

Відома також система керування положенням платформи в тривимірному просторі, що містить контролер персонального комп'ютера, три електроприводи платформи. Кожний електропривод побудований по замкнутій триконтурній схемі підпорядкованого регулювання і містить у собі внутрішній контур пропорційно-інтегрального регулювання струму електродвигуна, внутрішній контур пропорційно-інтегрального регулювання швидкості обертання вала електродвигуна і зовнішній контур пропорційно-інтегрального регулювання положення вихідного вала редуктора. Кожний електропривод містить послідовно з'єднані цифровий регулятор, електродвигун змінного струму з датчиком швидкості обертання вала електродвигуна і датчиком струму електродвигуна, редуктор з датчиком положення вихідного вала редуктора і кривошипно-шатунний механізм

Контролер персонального комп'ютера формує безперервний потік кодів значень кутів повороту кривошипа кожного електропривода. Після відпра-

(13) C2

(11) 48332

(19) UA

цьовування заданого коду кожний електропривод повертає відповідний кривошип кривошипно-шатунного механізму на задану величину, і шатун переміщується в площині, перпендикулярній осі обертання кривошипу. Таким чином змінюється положення платформи в тривимірному просторі (Рекламний проспект фірми "Servos & Simulation's Company Mission Statement & Information" Модель 300-3, жовтень 1999 року <http://www.servos.com>)

Недоліком відомої системи є недостатньо висока точність відпрацювання електроприводами заданих переміщень, тому що система не враховує похибку, що виникає через люфти та пружності редуктора

В основу винаходу поставлена задача створення системи керування положенням платформи, у якій введення вітки корекції зворотного зв'язку в контур регулювання положення вихідного вала редуктора кожного електропривода дозволить підвищити точність відпрацювання електроприводами заданих значень кутів повороту кривошипа, що приведе до підвищення точності керування положенням платформи в тривимірному просторі

Система керування положенням платформи, що заявляється, також як і відома система містить контролер персонального комп'ютера, до якого паралельно підключені три електроприводи і платформа. Кожний електропривод містить у собі послідовно з'єднані цифровий регулятор, електродвигун, кінематичне зв'язаний з редуктором, обладнаний датчиком положення вихідного вала редуктора. Вихідний вал редуктора за допомогою кривошипно-шатунного механізму з'єднаний із платформою. Електродвигун обладнаний датчиком струму. До другого і третього входів цифрового регулятора підключені, відповідно, виходи датчиків струму і швидкості обертання вала електродвигуна

Відповідно до винаходу в кожний електропривод уведено послідовно з'єднані датчик положення ротора електродвигуна, перший суматор, інтегратор, другий суматор, вихід якого підключений до четвертого входу цифрового регулятора. Другий вихід датчика положення ротора електродвигуна з'єднаний із другим входом другого суматора, а вихід датчика положення вихідного вала редуктора з'єднаний із другим входом першого суматора

Введення в кожний електропривод у замкнутій контур пропорційно-інтегрального регулювання положення вихідного вала редуктора вітки послідовно з'єднаних датчика положення ротора електродвигуна, першого суматора, інтегратора і другого суматора дозволяє підвищити точність відпрацювання заданих кутів кривошипа за рахунок обліку похибки, що зумовлена люфтами та пружностями, які властиві редуктору. Похибка між заданим і фактичним значенням положення кривошипа враховується шляхом віднімання кодів датчиків положення ротора електродвигуна і положення вихідного вала редуктора в першому суматорі, інтегрування одержаної різниці і додавання результату безпосередньо до коду датчика положення ротора електродвигуна в другому суматорі

На кресленні приведена функціональна схема системи керування положенням платформи

Контролер 1 персонального комп'ютера з'єд-

наний паралельно з трьома електроприводами 2,3,4

Кожний із трьох електроприводів 2,3,4 містить послідовно з'єднані цифровий регулятор 5, електродвигун 6, кінематичне зв'язаний з редуктором 7 і кривошипно-шатунним механізмом 8. Електродвигун 6, наприклад, вентильний синхронний із збудженням від постійних магнітів і електронною комутацією струму у фазах, містить датчик 9 струму в ланцюзі якоря. Електродвигун 6 обладнаний установленим на його валу датчиком 10 швидкості обертання вала електродвигуна і датчиком 11 положення ротора електродвигуна. Редуктор 7 обладнаний датчиком 12 положення вихідного вала редуктора. Кривошипно-шатунний механізм 8 кінематичне зв'язаний із платформою 13

Цифровий регулятор 5 містить послідовно з'єднані регулятор 14 положення вихідного вала редуктора, регулятор 15 швидкості, регулятор 16 струму електродвигуна і підсилювач 17 потужності

При цьому перший вхід цифрового регулятора 5 є першим входом регулятора 14 положення вихідного вала редуктора, а виходом цифрового регулятора 5 є вихід підсилювача потужності 17

Другим, третім і четвертим входами цифрового регулятора 5 є, відповідно, другі входи регулятора 16 струму електродвигуна, регулятора 15 швидкості обертання вала електродвигуна і регулятора 14 положення вихідного вала редуктора

Кожний із трьох електроприводів 2,3,4 побудований по замкнутій трьох контурній схемі підпорядкованого регулювання

Перший внутрішній контур - контур регулювання струму електродвигуна 6 утворений з'єднанням датчика 9 струму електродвигуна з другим входом цифрового регулятора 5 (відповідно, другим входом регулятора 16 струму електродвигуна)

Другий внутрішній контур - контур регулювання швидкості обертання вала електродвигуна 6 утворений з'єднанням датчика 10 швидкості обертання вала електродвигуна, із третім входом цифрового регулятора 5 (відповідно, другим входом регулятора 15 швидкості обертання вала електродвигуна)

Третій контур - зовнішній контур регулювання положення вихідного вала редуктора, утворений з'єднанням датчика 11 положення ротора електродвигуна, першого суматора 18, інтегратора 19, другого суматора 20 і датчика 12 положення вихідного вала редуктора, вихід якого з'єднаний із другим входом першого суматора 18. Другий вихід датчика 11 положення ротора електродвигуна з'єднаний із другим входом другого суматора 20, вихід якого з'єднаний з четвертим входом цифрового регулятора 5 (відповідно другим входом регулятора 14 положення вихідного вала редуктора)

Система керування положенням платформи функціонує наступним чином

Контролер 1 персонального комп'ютера формує безперервний потік кодів значень кутів повороту відповідного кривошипа кривошипно-шатунного механізму 8, що надходить на кожний електропривод 2,3,4. Після відпрацювання заданого коду кожний електропривод повертає відповідний кривошип кривошипно-шатунного механізму 8 на задану величину, і шатун переміщується

у площині перпендикулярній осі обертання кривошипу. Таким чином, змінюється положення платформи в тривимірному просторі.

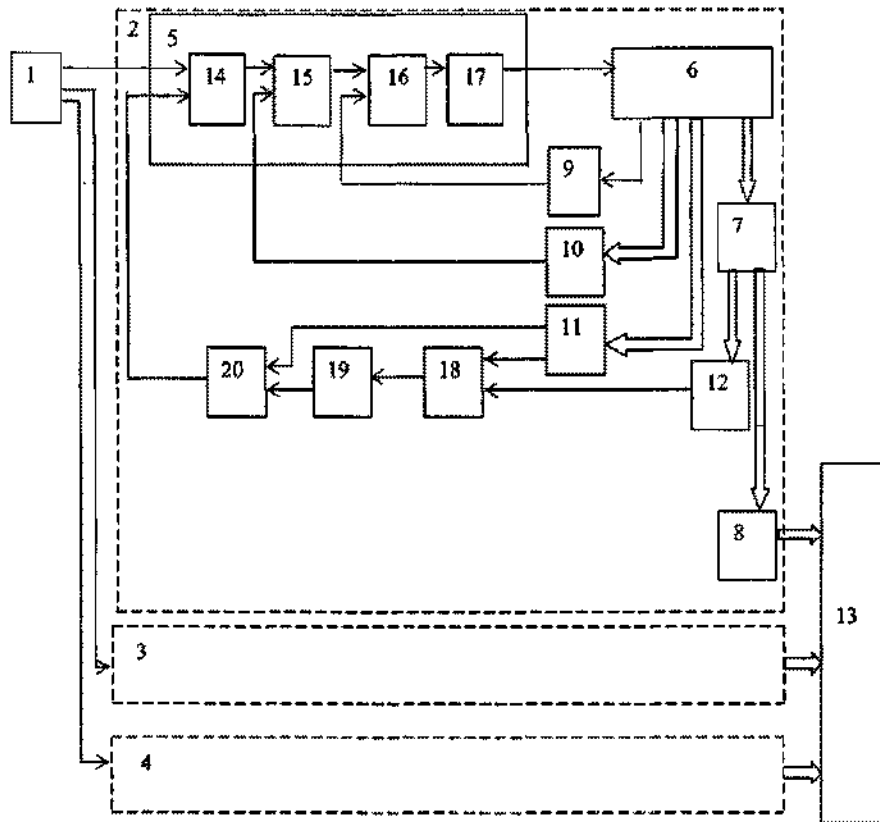
Кожний електропривод функціонує наступним чином.

Сигнал у виді коду значення кута повороту кривошипа кривошипно-шатунного механізму 8 надходить з контролера 1 персонального комп'ютера на перший вхід регулятора 14 положення вихідного вала редуктора, а на його другий вхід надходить сигнал, що відповідає дійсному значенню кута повороту кривошипа кривошипно-шатунного механізму 8. Регулятор 14 положення вихідного вала редуктора порівнює сигнали, що надійшли, і формує на своєму виході код, що відповідає заданому значенню швидкості обертання вала електродвигуна 6. Цей код надходить на перший вхід регулятора 15 швидкості обертання вала електродвигуна. На другий вхід регулятора 15 швидкості обертання вала електродвигуна надходить код зворотного зв'язку з датчика 10 швидкості обертання вала електродвигуна. Регулятор 15 швидкості обертання вала електродвигуна порівнює сигнали, що надійшли у виді кодів, і формує на своєму виході код, що відповідає заданому значенню струму електродвигуна, що надходить на перший вхід регулятора 16 струму електродвигуна. На другий вхід регулятора 16 струму електродвигуна з датчика 9 струму електродвигуна надходить код дійсного значення струму статорних обмоток електродвигуна 6. Регулятор 16 струму електродвигуна порівнює сигнали, що надійшли, і видає код на вхід підсилювача 17 потужності. Підсилювач 17 потужності формує на своєму виході

значення струму, що проходить через статорні обмотки електродвигуна 6, значення якого пропорційно коду на виході регулятора 16 струму електродвигуна. Вал електродвигуна 6 обертається до того, поки коди на першому і другому входах регулятора 14 положення вихідного вала редуктора стануть рівними, що будуть відповідати переміщенню кривошипа кривошипно-шатунного механізму 8 на задану величину.

При цьому сигнали датчика 11 положення ротора електродвигуна і датчика 12 положення вихідного вала редуктора підсумовуються в першому суматорі 18, різниця інтегрується в інтеграторі 19 і надходить на другий суматор 20, де підсумовується із сигналом датчика 11 положення ротора електродвигуна. Сигнал з виходу другого суматора 20 у вигляді коду надходить на другий вхід регулятора 14 положення вихідного вала редуктора. Інтегрована різниця значень сигналів датчика 11 положення ротора електродвигуна і датчика 12 положення вихідного вала редуктора є інтегральною складовою сигналу зворотного зв'язку контуру регулювання положення вихідного вала редуктора, що враховує похибку між заданим і фактичним значенням положення кривошипа, зумовлену люфтами і пружністю редуктора.

Таким чином, введення в кожному електроприводі у контур регулювання положення вихідного вала редуктора вітки корекції зворотного зв'язку дозволяє підвищити точність відпрацювання електроприводами заданих переміщень кривошипа, внаслідок чого, значно зростає точність керування положенням платформи в тривимірному просторі.



ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456 – 20 – 90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216 – 32 – 71