



REGISTRO DE LA  
PROPIEDAD INDUSTRIAL  
ESPAÑA

11 N.º de publicación: ES 2 012 605

21 Número de solicitud: 8900226

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: B25J 9/16

12

PATENTE DE INVENCION

A6

22 Fecha de presentación: 24.01.89

45 Fecha de anuncio de la concesión: 01.04.90

45 Fecha de publicación del folleto de patente:  
01.04.90

73 Titular/es:  
**Institut Mashinovedenia Imeni A.A.  
Blagonravova Akademii Nauk SSSR  
Ulitsa Griboedova, 4, Moscú, SU**

72 Inventor/es: **Samuilovich Akinfiev, Teodor**

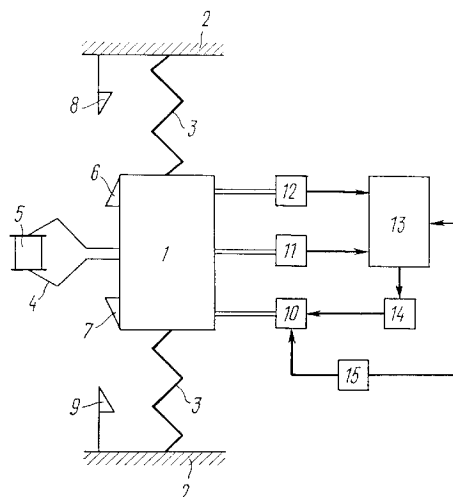
74 Agente: **Elzaburu Márquez, Fernando**

54 Título: **Un método de control de una mano mecánica de resonancia.**

57 Resumen

Un método de control de una mano mecánica de resonancia consiste en desbloquear la mano en la posición inicial, desplazar la mano hacia una posición asignada, y fijar la mano en la posición asignada. Durante el movimiento de la mano hacia la posición asignada, la trayectoria se divide en el tramo de registro de parámetros de movimiento y en el tramo de corrección de la ley de movimiento.

Durante el movimiento de la mano en el tramo de registro de parámetros de movimiento se alimenta la tensión de referencia al motor, se mide y se registra la velocidad y la coordenada. Durante el movimiento de la mano en el tramo de corrección, se calcula la diferencia entre las velocidades en estos tramos. Luego, se genera una tensión adicional que es función de la diferencia calculada de las velocidades. Se alimenta al motor una tensión en forma de suma algebraica de la tensión de referencia y de la tensión adicional.



## DESCRIPCION

La invención tiene relación con los métodos de mando o de control de manipuladores y, más específicamente, con un método de control de una mano mecánica de resonancia.

La invención se puede utilizar para controlar sistemas de robot técnicos, destinados para ejecutar operaciones tecnológicas y de transporte para atender a las prensas, a las máquinas herramientas, para cargar y descargar equipos tecnológicos, para pintar y para soldar.

Es conocido un método de control de una mano mecánica de resonancia que consiste en desbloquear la mano en la posición inicial, moverla en una posición asignada, alimentando la tensión de polaridad necesaria al motor, y bloquear la mano en la posición necesaria (Academia de Ciencias de la URSS, ed. Mashinovedenie, No 6, 1983, Moscú, T.S. Akinfiyev, "Sistemas de manipulación por resonancia dotados de mando eléctrico", págs. 18-20). El método mencionado no asegura la fiabilidad necesaria de funcionamiento de la mano, debido al hecho de que las fuerzas de inercia serán compensadas completamente mediante el elemento elástico durante el movimiento de la mano sólo si la masa del objeto manipulado es asignada previamente. En este caso, la mano se para y se bloquea en la posición asignada. El consumo de energía en un método de control de la mano mecánica de resonancia de este tipo es el mínimo. Si la masa del objeto manipulado, las fuerzas de fricción y también las influencias externas varían aún en pequeña medida, la mano mecánica se para antes de ocupar la posición asignada, lo que conduce al trabajo defectuoso de la mano mecánica. Si se alimenta la tensión adicional al motor, la mano soporta cargas de impacto en el momento de bloqueo en la posición asignada, lo que empeora la fiabilidad de trabajo de la mano.

Es conocido un método de control de una mano mecánica de resonancia ("Ciencia y Vida", No 9, 1985, Moscú, A. Umansky, "Amansamiento de la resonancia, págs. 22-23) que consiste en desbloquear la mano en la posición inicial, desplazar la mano a una posición asignada, alimentando la tensión al motor durante el movimiento de la mano, por lo menos, en una parte de la trayectoria, y bloquear la mano en la posición asignada. Este método no asegura el trabajo fiable de la mano mecánica, porque en el proceso de trabajo puede variarse la energía potencial del objeto manipulado. Si en la posición inicial y en la posición asignada el centro de gravedad de la mano mecánica se encuentra a diferentes niveles en el sentido vertical, la magnitud de la tensión alimentada al motor será excesiva o insuficiente durante el trabajo de la mano mecánica con el objeto manipulado de diferente masa. En el primer caso, tal situación llevará a un consumo irracional de energía y a una corta duración de la vida útil de la mano mecánica debido a un gran impacto de la parte móvil del fijador contra su parte inmóvil en el momento de bloqueo de la mano mecánica en una posición dada, lo que empeora la fiabilidad de la mano mecánica. En el segundo caso tiene lugar una parada prematura de la mano mecánica

que no llega a la posición asignada, y su regreso hacia la posición inicial, es decir, tiene lugar un mal funcionamiento de la mano mecánica. Las influencias externas también empeoran la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica de resonancia.

La invención está basada en el problema de proporcionar un método de control de una mano mecánica de resonancia que permita mejorar la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica de resonancia merced a un control adaptable, independiente con relación a los parámetros del objeto manipulado, de la estructura de la mano mecánica de resonancia y del tipo de parámetros variables, que sea eficaz durante el desplazamiento del objeto manipulado en sentido vertical.

El problema planteado se resuelve porque en un método de control de una mano mecánica de resonancia que consiste en desbloquear la mano mecánica en la posición inicial, desplazar la mano en una posición deseada, alimentando la tensión durante el movimiento de la mano, por lo menos, en una parte de la trayectoria y bloquear la mano en la posición deseada, de acuerdo con la invención, durante el movimiento de la mano a la posición asignada, la trayectoria del movimiento de la mano se divide en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano; durante el movimiento de la mano en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano se alimenta la tensión de referencia, se mide y se registra la velocidad y la coordenada de la mano; durante el movimiento de la mano en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano se mide la velocidad de la mano en un punto respectivo de la trayectoria, se calcula la diferencia entre la velocidad registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad medida en el punto respectivo del tramo de corrección de la ley de movimiento, se forma una tensión adicional, cuya magnitud es función de la magnitud de la diferencia calculada, y el signo es opuesto al signo de dicha diferencia; durante el movimiento de la mano, por lo menos en una sección del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano, se alimenta al motor una tensión en forma de suma algebraica de la tensión de referencia y de la tensión adicional.

Es ventajoso que en un método de control de una mano mecánica de resonancia se mida y se registre la velocidad y la coordenada de la mano en un punto único del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano.

Es también ventajoso en un método de control de una mano mecánica de resonancia que se mida y se registre la velocidad y la coordenada de la mano, por lo menos en dos puntos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano.

Es preferible que en el método de control de una mano mecánica de resonancia se mida y se registre la velocidad y la coordenada de la mano continuamente en todos los puntos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano.

Es ventajoso que en el método de control de una mano mecánica de resonancia la trayectoria sea dividida en dos tramos iguales.

Es deseable que en el método de control de una mano mecánica de resonancia los puntos res-

pectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y del tramo de corrección de la ley de movimiento se escojan simétricos con relación al punto de la trayectoria del movimiento de la mano que la divide en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y en el tramo de corrección de la ley de movimiento.

Es posible que en un método de control de una mano mecánica la función que relaciona la tensión adicional con la diferencia entre la velocidad registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad medida en el punto respectivo del tramo de corrección de la ley de movimiento, sea escogida en forma de una relación directamente proporcional.

Es preferible que en un método de control de una mano mecánica de resonancia, la función que relaciona la tensión adicional con la diferencia entre la velocidad registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad medida en el punto respectivo del tramo de corrección sea escogida en forma de una suma de la dependencia directamente proporcional y de, tomadas con coeficientes de peso, la integral y la derivada de la diferencia entre las velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro y del tramo de corrección de la ley de movimiento.

El método mencionado de control de una mano mecánica de resonancia permite mejorar la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica y, al mismo tiempo, reducir el consumo de energía, proporcionar una aproximación suave de la mano hacia la posición asignada, aunque sea alta la velocidad media del movimiento de la mano y, como consecuencia, permite asegurar un posicionamiento preciso de la mano mecánica. Este método de control de una mano mecánica de resonancia permite realizar un control adaptable, lo que permite utilizar este método de control para controlar una mano mecánica de tipo arbitrario, aún en ausencia de información previa sobre los parámetros del objeto manipulado, sobre el estado de los elementos de estructura de la mano mecánica y sobre el tipo de perturbaciones. La presente invención permite asegurar el mando de la mano mecánica a escala de tiempo real aún en el caso de tal movimiento de la mano mecánica, cuando el tiempo de desplazamiento de la mano de la posición inicial a la posición asignada sea igual a 0,1 s.

Se da a continuación la descripción detallada de una realización específica de la invención, haciendo referencia al dibujo adjunto, en el cual está mostrado un esquema funcional del dispositivo para realizar un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con la invención.

De acuerdo con el método propuesto de control de una mano mecánica de resonancia, la mano se desbloquea en la posición inicial, se desplaza hacia una posición dada, alimentando la tensión durante el movimiento de la mano, por lo menos en una parte de la trayectoria. Durante el desplazamiento de la mano hacia la posición asignada, la trayectoria del movimiento de la mano se divide en el tramo de registro de parámetros del movimiento de la mano y en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano. Du-

rante el movimiento de la mano en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano, se alimenta al motor una tensión de referencia, se mide y se registra la velocidad y la coordenada de la mano. Durante el movimiento de la mano en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano, se mide la velocidad de la mano en un punto respectivo de la trayectoria, se calcula la diferencia entre la velocidad registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad medida en el punto respectivo del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano. Luego, se genera una tensión adicional, cuya magnitud es una función de la magnitud de la diferencia calculada, y su signo es opuesto al signo de dicha referencia. Se alimenta al motor durante el movimiento de la mano, en por lo menos una parte del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano, una tensión en forma de suma algebraica de la tensión de referencia y de la tensión adicional. La mano se fija en el momento en que alcance la posición asignada. Con tal provisión, es posible medir y registrar la velocidad y la coordenada de la mano en un punto único del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano. Es ventajoso que se mida y se registre la velocidad del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano. En este caso, se mejora la precisión de seguimiento de la ley de movimiento de la mano mecánica, lo que hace más fiable el funcionamiento de la mano mecánica. Es preferible que se mida y se registre la velocidad y la coordenada de la mano continuamente en todos los puntos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano. Con tal provisión, la precisión de seguimiento de la ley de movimiento de la mano mecánica se hace aún mejor, lo que mejora aún más la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica. Es posible dividir la trayectoria del movimiento de la mano en dos tramos iguales. Es ventajoso que los puntos respectivos de la trayectoria en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano sean escogidos simétricos con relación al punto de la trayectoria del movimiento de la mano que la divide en estos tramos. Es posible que la función que relaciona la tensión adicional con la diferencia entre las velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano esté escogida en forma de una dependencia directamente proporcional. Es ventajoso que la función que relaciona la tensión adicional con la diferencia entre las velocidades en los puntos correspondientes del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano sea escogida en forma de la suma de la dependencia directamente proporcional y de, tomadas con coeficientes de peso, la integral y la derivada de la diferencia de velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano. Con tal provisión, se mejora la precisión de seguimiento de la ley de movimiento, lo que mejora la fiabilidad de trabajo de la mano

mecánica.

El presente método de control de una mano mecánica de resonancia se puede realizar por medio de un dispositivo, cuyo diagrama funcional está mostrado en el dibujo que se acompaña.

El dispositivo para realizar un método de control de una mano mecánica de resonancia incluye un eslabón móvil 1 de la mano mecánica de resonancia enlazado con la base 2 de la mano mecánica por medio de unos miembros elásticos 3. El eslabón móvil 1 está dotado de un agarrador 4 para retener el objeto 5 manipulado, y unas partes móviles 6, 7 de los fijadores, cuyas partes inmóviles 8, 9 están enlazadas con la base 2 de la mano mecánica. El dispositivo comprende también un motor 10, un sensor 11 de velocidad del eslabón móvil y un sensor 12 de posición del eslabón móvil. El eslabón móvil 1 está acoplado al motor 10, al sensor 11 de velocidad del eslabón móvil y al sensor 12 de posición del eslabón móvil. El sensor 11 de velocidad del eslabón móvil puede realizarse de acuerdo con un diseño conocido (S.D. Burdakow y otros, "Diseño de Manipuladores de Robots Industriales y de Complejos Robotizados 1986, ed. Vysshaya Shkola, Moscú, págs. 146-147). El sensor 12 de posición del eslabón móvil puede estar también realizado de acuerdo con un diseño conocido (S.D. Burdakow y otros, "Diseño de Manipuladores de Robots Industriales y de Complejos Robotizados", 1986, ed. Vysshaya Shkola, Moscú, págs. 143-146). El sensor 11 de velocidad del eslabón móvil y el sensor 12 de posición del eslabón móvil están enlazados con las entradas de la computadora de control 13, cuya salida está conectada con el motor 10 a través del amplificador 14. El dispositivo está dotado también del programador 15 de la tensión de referencia, cuya primera salida está conectada con el motor 10, y la segunda salida del programador 15 de la tensión de referencia está conectada con la computadora 13 de control. El programador 15 de la tensión de referencia puede realizarse de acuerdo con un diseño conocido (SU, A, 1346419) o puede realizarse en la computadora 13 de mando.

El dispositivo para realizar un método de control de una mano mecánica de resonancia funciona de la manera siguiente. Los miembros elásticos 3 están ajustados de tal modo que el eslabón móvil 1 se encuentra en una posición de equilibrio sin el objeto 5 manipulado en el momento, cuando el eslabón móvil 1 se encuentra en medio de la distancia entre la posición inicial del eslabón móvil 1 de la mano mecánica de resonancia y la posición asignada. El eslabón móvil queda retenido en la posición inicial merced al enganche de la parte móvil 7 con la parte inmóvil 7 del fijador. Con tal provisión, los miembros elásticos 3 tienen una reserva de la energía potencial, el objeto 5 manipulado se encuentra en el agarrador 4. Para comenzar el movimiento de la mano mecánica de resonancia se desbloquea el eslabón móvil 1 de la mano mecánica en la posición inicial, desenganchando la parte móvil 9 del fijador de la parte móvil 7 del fijador por medio de un electroimán (no mostrado en el dibujo). Una vez desbloqueado el eslabón móvil 1, se lo desplaza a la posición dada, alimentando la tensión al motor

10 durante el movimiento de la mano mecánica de resonancia, por lo menos en una parte de la trayectoria del movimiento. Durante el desplazamiento de la mano mecánica a la posición asignada, la trayectoria de movimiento de la mano se divide con ayuda de la computadora de mando 13 en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y en el tramo de la ley de movimiento de la mano. En el caso que se examina, como tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano está escogido un tramo a partir de la posición inicial con una coordenada  $X_1$  hasta el punto de trayectoria con la coordenada  $X_2$ , y como tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano mecánica, se escoge un tramo a partir del punto de la trayectoria con la coordenada  $X_2$  hasta la posición asignada con la coordenada  $X_3$ . En este caso  $X_1 = 0$ ,  $X_2 = 0,1$  m,  $X_3 = 0,2$  m.

Durante el movimiento de la mano mecánica en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano se alimenta la tensión de referencia al motor 10 del programador 15 de tensión de referencia. Como tensión de referencia se escoge una tensión, cuya magnitud puede ser una función de la velocidad, de la coordenada de la mano en el presente momento. En este caso, como tensión de referencia, se escoge una tensión de constante magnitud calculada, de tal manera que si el eslabón móvil 1 se mueve a partir de la posición inicial sin el objeto manipulado 5, esta tensión alimentada en toda la trayectoria del movimiento es suficiente para compensar la disipación durante el desplazamiento del eslabón móvil 1 hasta la posición asignada. En este mismo tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano, los sensores 11 de velocidad del eslabón móvil y el sensor 12 de posición miden los parámetros del movimiento de la mano. Las señales que corresponden a los valores de los parámetros medidos de movimiento de la mano, es decir, valores de velocidades y de coordenadas de la mano mecánica, se alimentan del sensor 11 de velocidad del eslabón móvil y del sensor 12 de posición a la computadora 13 de mando que registra los valores de velocidad del eslabón móvil 1 en el instante en el que la señal del sensor 12 sea igual a una magnitud que corresponda a la coordenada del eslabón móvil 1, igual a ( $X_1 = l_1$ ).  $l_1$  es la distancia a lo largo de la trayectoria de movimiento del eslabón móvil 1 desde su posición inicial hasta el punto de la trayectoria, en el cual se registran los parámetros del movimiento de la mano mecánica, en este caso,  $l_1 = 0,05$  m.

Para realizar el desplazamiento del eslabón móvil 1 de la mano mecánica de resonancia hacia una posición dada, es necesario corregir la tensión 10 alimentada al motor 10. Esta corrección se hace en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano. Para esta finalidad, en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano por la computadora 13 de mando, se designa un punto con la coordenada ( $x_3 - l_2$ ), donde  $x_3$  es la coordenada de la posición asignada del eslabón móvil;  $l_2$  es la distancia en la trayectoria del movimiento del eslabón móvil 1 a partir de la posición asignada hasta un punto de la trayectoria, donde se miden los parámetros de movimiento,

siendo  $l_2 = 0,15$  m. Este punto corresponde al punto en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano mecánica, en el cual se registran dichos parámetros.

Durante el movimiento del eslabón móvil 1 en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano se miden los parámetros de movimiento de la mano mecánica con ayuda del sensor 11 de velocidad del eslabón móvil y con ayuda del sensor 12 de posición. Las señales que corresponden a los valores de los parámetros medidos de movimiento se alimentan del sensor 11 de velocidad del eslabón móvil y del sensor 12 de posición a la computadora de mando 13. Hasta el momento en el que el eslabón móvil 1 de la mano mecánica de resonancia alcance durante el movimiento de la mano un punto con la coordenada  $(x_3 - l_2)$ , el programador 15 de tensión de referencia alimenta al motor 10 sólo la tensión  $U_1$  de referencia. La magnitud de la tensión de referencia  $U_1$  no debe ser superior a la máxima tensión  $U_{max}$  alimentada al motor 10. De esta manera, con  $U_{max} = 24V$ ,  $U_T = 20$  V. En el instante en el que la señal alimentada por el sensor 12 de posición se hace igual a la señal que corresponde a la coordenada  $(x_3 - l_2)$ , la computadora de mando 13 calcula la diferencia  $\Delta V$  entre la velocidad de la mano mecánica registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad de la mano mecánica medida en el punto respectivo del tramo de corrección de la ley de movimiento, y genera una tensión adicional  $U_2$ . La magnitud de la tensión adicional  $U_2$  es la función de la magnitud de la diferencia calculada  $V$ , y el signo es opuesto al signo de esta diferencia  $\Delta V$ . En este caso, la función que relaciona la tensión adicional  $U_2$  con la diferencia  $\Delta V$  entre las velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento y del tramo de corrección de la ley de movimiento se escoge en forma de una dependencia directamente proporcional. De esta manera,  $U_2 = 100 \frac{V \times \Delta V}{m} \times \Delta V$ , en donde  $\Delta V$  es la diferencia de velocidades. Una mejora adicional de la fiabilidad del funcionamiento de la mano por este método de control de la mano mecánica de resonancia se logra cuando la función que relaciona la tensión adicional  $U_2$  con la diferencia  $\Delta V$  entre las velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro y del tramo de corrección se escoge en forma de una dependencia directamente proporcional y, tomados con coeficientes de peso, de la integral y la derivada de la diferencia  $\Delta V$  de velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento y del tramo de corrección de la ley de movimiento (V.A. Biskersky y otros, "Teoría de Sistemas de Control Automático, 1975, ed. Nauka, Moscú, pág. 112). La computadora de mando 13 recibe información sobre la magnitud de la tensión de referencia  $U_1$  del programador 15 de tensión de referencia. Después del cálculo de la diferencia  $\Delta V$  entre las velocidades, la computadora de mando 13 envía a través del amplificador 14 al motor 10 una tensión, cuya magnitud es igual a la suma al-

gebráica de la tensión de referencia  $U_1$  y de la tensión adicional  $U_2$ . La corrección rápida de la tensión alimentada al motor 10 permite realizar el desplazamiento del eslabón móvil 1 de la mano mecánica de resonancia hacia una posición dada, siendo arbitraria la masa del objeto manipulado 5, y permite fijar el eslabón móvil 1 en la posición asignada mediante la parte móvil 6 y la parte inmóvil 8 del fijador. Cuando el eslabón móvil 1 alcance la posición asignada, la parte móvil 6 no choca contra la parte inmóvil 8 del fijador. De esta manera, la invención propuesta asegura un control adaptable que es independiente de los parámetros del objeto manipulado, de la estructura de la mano, del número de parámetros variables y asegura un control eficaz durante el desplazamiento del objeto manipulado en sentido vertical.

El método propuesto para controlar la mano mecánica de resonancia permite mejorar la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica.

El movimiento inverso del eslabón móvil 1 con el objeto 5 manipulado de diferente masa o sin el objeto 5 manipulado se realiza de la misma manera, tal como se ha descrito arriba.

Para mejorar aún más la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica, es ventajoso en el método propuesto de control de una mecánica de resonancia medir y registrar la velocidad y la coordenada de la mano en dos o más puntos del tramo de registro, y hacer la corrección de la ley de movimiento de la mano en el mismo número de puntos del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano. Para mejorar adicionalmente la fiabilidad del trabajo, es ventajoso en el propuesto método de control de una mano mecánica de resonancia medir y registrar la velocidad y la coordenada de la mano continuamente en todos los puntos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano, y corregir también continuamente la ley de movimiento en todos los puntos respectivos del tramo de corrección de la ley de movimiento. Mientras que se divide la trayectoria de movimiento en el tramo de registro de parámetros de movimiento y en el tramo de corrección, es ventajoso que se escoja el tramo de registro de parámetros de movimiento a partir de la posición inicial hasta el punto medio en la trayectoria de movimiento, y el tramo de corrección, desde el punto medio en la trayectoria de movimiento hasta la posición dada. Es decir, es conveniente dividir la trayectoria de movimiento en dos tramos iguales. Es también conveniente escoger los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros y del tramo de corrección de la ley de movimiento de tal modo que se disponga simétricamente con respecto al punto de la trayectoria que la dividen en estos tramos.

La presente invención permite proporcionar el control de una mano mecánica de resonancia que es independiente de los parámetros variables, de la estructura de la mano mecánica de resonancia y de esta manera, permite mejorar la fiabilidad de trabajo de la mano mecánica.

## REIVINDICACIONES

1. Un método de control de una mano mecánica de resonancia que consiste en desbloquear la mano en la posición inicial, desplazar la mano a una posición dada, alimentando la tensión durante el movimiento de la mano, por lo menos en una parte de la trayectoria, fijar la mano en la posición asignada, **caracterizado** porque durante el desplazamiento de la mano hacia la posición asignada se divide la trayectoria del movimiento de la mano en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y en el tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano; durante el movimiento de la mano en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano se alimenta la tensión de referencia, se mide y se registra la velocidad y la coordenada de la mano; durante el movimiento de la mano en el tramo de corrección de la ley de movimiento se mide la velocidad de la mano en un punto respectivo de la trayectoria, se calcula la diferencia entre la velocidad registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad medida en el punto respectivo del tramo de corrección de la ley de movimiento, se genera una tensión adicional, cuya magnitud es función de la magnitud de la diferencia calculada, y su signo es opuesto al signo de esta diferencia; durante el movimiento de la mano, por lo menos en una parte del tramo de corrección de la ley de movimiento de la mano, se alimenta la tensión en forma de suma algebraica de la tensión de referencia y de la tensión adicional.

2. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque se mide y se registra la velocidad y la coordenada de la mano en un punto iónico del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano.

3. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque se mide y se registra la velocidad y la coordenada de la mano, por lo menos en dos puntos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano.

4. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque se mide y se registra la velocidad y la coordenada de la mano continuamente en todos los puntos del tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano.

5. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4 **caracterizado** porque la trayectoria de movimiento de la mano se divide en dos tramos iguales.

6. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2, 3, 4, 5, **caracterizado** porque los puntos respectivos de la trayectoria en el tramo de corrección de la ley de movimiento y en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano se escogen simétricos con relación al punto de la trayectoria de movimiento de la mano que la divide en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y en el tramo de corrección de la ley de movimiento.

7. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, **caracterizado** porque la función que relaciona la tensión adicional con la diferencia entre la velocidad registrada en el tramo de registro de parámetros de movimiento de la mano y la velocidad medida en el punto respectivo del tramo de corrección de la ley de movimiento se escoge en forma de dependencia directamente proporcional.

8. Un método de control de una mano mecánica de resonancia de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1, 2, 3, 4, 5, 6, **caracterizado** porque la función que relaciona la tensión adicional con la diferencia entre las velocidades en los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento y del tramo de corrección de la ley de movimiento se escoge en forma de suma algebraica de la dependencia directamente proporcional y, tomados con coeficientes de peso, de la integral y la derivada de la diferencia de velocidad en los puntos respectivos del tramo de registro de parámetros de movimiento y del tramo de corrección de la ley de movimiento.

