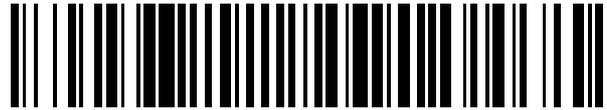


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 131**

51 Int. Cl.:

B25J 9/10 (2006.01)

B25J 13/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2010 E 10717159 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 2427305**

54 Título: **Procedimiento para la compensación de fricción en un dispositivo de retroalimentación de fuerza equipado de una transmisión de cable**

30 Prioridad:

06.05.2009 FR 0902181

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

17.04.2013

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

GARREC, PHILIPPE

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 401 131 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la compensación de fricción en un dispositivo de retroalimentación de fuerza equipado de una transmisión de cable.

5 La invención se refiere a un procedimiento de compensación de fricción en un dispositivo de retroalimentación de fuerza equipado de una transmisión de cable.

SEGUNDO PLANO DE LA INVENCIÓN

10 Se conocen dispositivos de retroalimentación de fuerza, especialmente en el campo de las ortesis, o de los servomanipuladores. En diversos sistemas en los cuales el usuario manipula una palanca de mando para imponer movimientos a un brazo o a cualquier otro dispositivo accionado, es interesante que el usuario sienta en la palanca unos esfuerzos representativos de los esfuerzos ejerciéndose sobre el brazo accionado. Con este fin, se utilizan unos dispositivos de retroalimentación de fuerza que están acoplados a la palanca de mando y que ejercen sobre estos un esfuerzo representativo del esfuerzo soportado por el brazo accionado.

15 En el campo particular de los servomanipuladores accionados por un brazo maestro manipulado por el usuario, es conocido equipar el brazo maestro de accionadores comprendiendo un motorreductor actuando sobre un cable de transmisión.

Este tipo de brazo está divulgado en la publicación "une nouvelle technologie d'orthèse portable" (Garrec, Martins, Friconneau) presentada durante la conferencia Handicap 2004 en Paris.

20 La cadena de accionamiento constituida por el motorreductor y la transmisión sufre una fricción interna que es difícil de hacer bajar debajo de 5% del esfuerzo estático máximo del accionador. Esta fricción, especialmente debida a los rozamientos internos del motorreductor, puede perturbar las sensaciones del usuario, puesto que introduce unas discontinuidades en los movimientos del brazo.

25 Es conocido poner en práctica una compensación de fricción oponiéndose a la libre maniobra del brazo consistiendo en controlar el motorreductor para que ejercite un esfuerzo compensando al menos parcialmente dicha fricción, en particular los rozamientos internos del motorreductor. Sin embargo, esta compensación generalmente se pone en práctica solamente cuando se ha detectado que el cable ha sido puesto en movimiento y que las partes móviles del motorreductor acopladas al cable han sido desplazadas, lo que supone que el usuario ya ha ejercitado un esfuerzo suficiente para vencer al menos los rozamientos internos del motorreductor.

OBJETO DE LA INVENCIÓN

30 La invención tiene por objeto proponer un procedimiento para compensar al menos parcialmente la fricción en un dispositivo

de retroalimentación de cable, permitiendo disminuir los efectos de umbral que pueda experimentar el usuario.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

35 Con este fin, se propone un procedimiento de compensación de fricción en un dispositivo de retroalimentación de fuerza comprendiendo un órgano de mando manipulado por un usuario y acoplado a un cable tirante accionado por un motorreductor, el cual comprende las etapas de:

- detectar una variación de flecha del cable ocasionada por una manipulación del órgano de mando;
- en respuesta a esta detección, accionar el motorreductor para que desarrolle un esfuerzo compensando al menos parcialmente los rozamientos internos del motorreductor oponiéndose a un movimiento del órgano de mando manipulado por el usuario.

40 Recordamos aquí que el cable presenta naturalmente una flecha que resulta del peso del cable, y, si el cable está montado en bucle sobre poleas, unos momentos de reacción de flexión resultando de la tensión necesaria para curvar el cable alrededor de las poleas. En la medida en que la tensión del cable es generalmente elevada en comparación con su peso, el efecto de los momentos de flexión predomina y da lugar a desplazamientos transversales del cable que se producen sobretodo en el plan de las poleas y que provocan la flecha del cable.

45 A principio de la manipulación, cuando el órgano de mando manipulado por el usuario empieza a mover arrastrando con él la parte del cable acoplada al órgano de mando, las partes móviles del motorreductor acopladas al cable no han tenido tiempo para ponerse en movimiento estando arrastradas por el cable. Sin embargo, la porción de cable que se extiende entre el órgano de mando y el motorreductor (o entre el órgano de mando y una polea adyacente sobre la cual el cable está enrollado) sufre un alargamiento o un acortamiento que conduce a una variación de su flecha.

50 La detección de esta variación de flecha está utilizada según la invención como señal para accionar el motorreductor de manera que desarrolle rápidamente una fuerza que compensa al menos parcialmente los esfuerzos internos del motorreductor susceptibles de oponerse al movimiento del órgano de mando deseado por el usuario.

55 Esta compensación interviene cuando las partes móviles del motorreductor no han sido todavía puestas en movimiento, de manera que el usuario siente menos, o nada si la compensación es total, los efectos de los

rozamientos internos del accionador que han podido así compensarse con tiempo. La compensación hace el dispositivo de retroalimentación de fuerza más fiel y más agradable de manipular.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5 La invención se entenderá mejor con la descripción a continuación de las figuras de los dibujos anexos, entre las cuales:

- la figura 1 representa de manera esquemática un dispositivo de retroalimentación de fuerza de cable según un modo particular de realización de la invención;
- la figura 2 representa de manera esquemática las diversas etapas del movimiento de un dispositivo de retroalimentación de fuerza administrado según la invención.

10 **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN**

La figura 1 representa un dispositivo de retroalimentación de fuerza comprendiendo un órgano de mando 1 (por ejemplo una palanca, una empuñadura o también un segmento de brazo maestro), acoplado a un cable 2 que está accionado por un motorreductor 3 equipado de un motor 4 adaptado a desplazar unas partes móviles del motorreductor que están acopladas al cable 2, con vistas a hacer deslizar éste en un sentido o en otro. El cable 2 está aquí montado entre dos poleas 5. El dispositivo comprende dos detectores de variación de flecha 6 del cable 2 que están dispuestos a proximidad inmediata del cable 2 a nivel de la salida de la polea adyacente.

15 El funcionamiento del dispositivo está ahora explicado en relación con la figura 2 mostrando seis etapas (referenciadas de A hasta F) de la puesta en movimiento del dispositivo. En esta figura los tres elementos de la cadena de accionamiento están representados de manera simbólica. Se reconoce el órgano de mando 1 representado en forma de una masa sometida a rozamientos, el cable 2 representado esquemáticamente en forma de un lazo que se extiende entre el órgano de mando 1 y las partes móviles 10 del motorreductor 3 (notamente el rotor del motor 4 y todos los elementos accionados por el motor), que están igualmente representados en forma de una masa sometida a rozamientos. Aquí, la porción de cable representada a la figura 2 incluye la que, en la figura 1, se extiende entre la polea de izquierda y la palanca 1.

20 Se supondrá que para necesidades de la explicación, el órgano de mando 1 está, en la figura 1, empujado de izquierda a derecha, como indicado por la flecha.

Sobre cada una de las masas ha sido anotado el estado de la velocidad (\dot{x}) y el estado de la aceleración (\ddot{x}) del elemento referido.

30 La etapa A representa el dispositivo en reposo completo. El usuario no manipula el órgano de mando 1, y el motorreductor 3 no está activado. La porción del cable que se extiende entre cada polea y la palanca de mando presenta una cierta flecha de reposo y , resultando de los efectos de la gravedad y de la flexión impuesta al cable por la polea adyacente.

35 En la etapa B, el usuario ha empezado a manipular el órgano de mando 1 aplicando un cierto esfuerzo F_u sobre el órgano de mando 1. Sin embargo, el esfuerzo F_u queda inferior a un umbral de esfuerzo de rozamiento estático R_{su} oponiéndose al movimiento del órgano de mando 1 de manera que éste no se mueva todavía.

A la etapa C, el esfuerzo F_u aplicado por el usuario sobre el órgano de mando 1 ha sobrepasado el umbral de esfuerzo de rozamiento estático R_{su} de manera que el órgano de mando se ha liberado y empieza a moverse. El rozamiento resistente disminuye entonces para ser igual al rozamiento cinemático, aumentado, si llega al caso, de los rozamientos viscosos soportados por el órgano de mando 1, y es anotado R_u .

40 A la etapa D, el órgano de mando 1 está en movimiento cuando las partes móviles 10 del motorreductor 3 no lo están todavía. La porción de cable 2 representada experimenta aquí un alargamiento Δx que es igual al desplazamiento de la palanca de mando 1 y que provoca la transmisión a las partes móviles 10 del motorreductor 3 de un esfuerzo motor F_m igual a la variación de longitud del cable Δx multiplicado por la rigidez K ($F_m = K \cdot \Delta x$). Sin embargo, este esfuerzo motor F_m es inferior a los rozamientos estáticos internos R_{sa} del motorreductor 3 oponiéndose al movimiento de las partes móviles 10 de éste, de manera que las partes móviles 10 quedan inmóviles.

45 Según la invención, se detecta una variación de flecha Δy del cable 2 con relación a su flecha de reposo, estando esta variación provocada por la variación de longitud del cable. La variación de flecha Δy (aquí una disminución de la flecha de reposo) está detectada por el detector de variación de flecha 6 que está adaptado a proporcionar una señal eléctrica representativa del valor y del sentido de la variación de la flecha. Esta señal constituye la detección de una intención de movimiento por parte del usuario.

50 En respuesta a esta detección, y como es visible a la etapa E, el motor 4 del motorreductor 3 está alimentado para que ejerza muy rápidamente sobre el cable un esfuerzo F_a que tiende a compensar los rozamientos estáticos internos R_{sa} del motorreductor. Para esto, se elabora una consigna de esfuerzo igual al esfuerzo de rozamiento estático interno R_{sa} del motorreductor 3, al cual se substraerá ventajosamente el esfuerzo motor F_m precitado. Este último puede estimarse fácilmente midiendo la variación de longitud de la porción de cable en cuestión. Esta medida recurre a señales de captadores de posición de los elementos a los cuales la porción de cable concernida está acoplada.

Así, cuando el motorreductor desarrolla un esfuerzo F_a igual a esta consigna de esfuerzo, éste añade sus esfuerzos al esfuerzo motor F_m para compensar los esfuerzos de rozamientos estáticos internos R_{sa} del motorreductor 3, de manera que éste no oponga resistencia a la puesta en movimiento de sus partes móviles.

5 A la etapa F, las partes móviles 10 del motorreductor se han puesto en movimiento, de manera que el rozamiento R_{sa} oponiéndose al movimiento de las partes móviles del accionador está entonces reducido al rozamiento cinemático que es más débil que el rozamiento estático, aumentado si llega al caso, del rozamiento viscoso ligado a la velocidad de desplazamiento de las partes móviles del accionador. Este rozamiento está ahora anotado R_a . Se vigilará entonces que el esfuerzo pedido al motorreductor compense este esfuerzo de rozamiento.

10 Después de la parada del dispositivo, el mando del accionador observa de nuevo la señal del detector de variación de flecha 6 para detectar el próximo arranque.

15 Naturalmente si el usuario maniobra el órgano de mando 1 en el otro sentido, la porción del cable ilustrada a la figura 2 sufrirá un acortamiento, y por consiguiente un aumento de flecha. Se puede del mismo modo detectar esta variación de flecha (cuyo sentido indica el sentido del movimiento pedido por el usuario). Alternativamente, se puede utilizar la señal de un segundo captador de variación de flecha, dispuesto para detectar las variaciones de flecha de otra porción de cable que se tensa cuando la primera porción de cable se alarga y recíprocamente.

20 El o los detectores de variación de flecha 6 pueden evidentemente ser de cualquier tipo (óptico, magnético,...). En la práctica, solo cuenta su sensibilidad, y no su precisión. El detector de variación de flecha puede disponerse libremente a lo largo de la hebra del cable, aunque la zona cerca de las poleas es la preferida. Convendrá tratar la señal del detector de manera a filtrar el ruido de la señal ocasionado notablemente por vibraciones del dispositivo que hace variar la flecha del cable sin que el usuario haya manipulado el órgano de mando 1. En la práctica, es ventajoso tomar en cuenta la señal del detector únicamente más allá de un umbral de variación de flecha.

25 Importa evidentemente que el tiempo de reacción del motorreductor a la detección de la variación de flecha del cable sea muy corto, teniendo en cuenta la dinámica rápida del movimiento del órgano de mando, y en particular su despegue. Importa por lo tanto disponer de una retroalimentación estable que necesita en general una señal de velocidad de calidad elevada. Diferentes soluciones se conocen para obtener esta señal: derivación de una señal de un captador de posición de alta resolución, integración de la señal de un acelerómetro.

La invención no se limitan a lo que se acaba de describir sino que abarca al contrario cualquier variante que entre en el marco definido por las reivindicaciones.

REINVIDICACIONES

1. Procedimiento de compensación de fricción en un dispositivo de retroalimentación de fuerza comprendiendo un órgano de mando (1) manipulado por un usuario y acoplado a un cable (2) tirante accionado por un motorreductor (3), el cual comprende las etapas de:

- 5 - detectar una variación de flecha del cable ocasionada por una manipulación del órgano de mando;
- en respuesta a esta detección, accionar el motorreductor para que desarrolle un esfuerzo (F_a) compensando al menos parcialmente los rozamientos internos (R_{sa}) del motorreductor oponiéndose a un movimiento del órgano de mando manipulado por el usuario.

10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual la variación de flecha está detectada mediante un detector (6) situado a proximidad inmediata del cable.

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual en respuesta a la detección de la variación de flecha, una consigna de esfuerzo está elaborada que es igual al rozamiento estático interno del motorreductor disminuido del esfuerzo motor transmitido por el cable.

15

