

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 022 761**

51 Int. Cl.:

B64G 1/42 (2006.01)

B64G 1/40 (2006.01)

H02G 3/04 (2006.01)

H02G 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2022 PCT/FR2022/051602**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.03.2023 WO23026011**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2022 E 22773272 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025 EP 4334213**

54 Título: **Nave espacial que comprende un dispositivo eléctrico y un sistema para orientar dicho dispositivo eléctrico**

30 Prioridad:

26.08.2021 FR 2108922

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

29.05.2025

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.00%)
31 Rue des Cosmonautes, ZI du PALAYS
31402 Toulouse Cedex 4, FR**

72 Inventor/es:

**DELTOUR, BERNARD y
PUPILLE, GILLES**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 3 022 761 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

Nave espacial que comprende un dispositivo eléctrico y un sistema para orientar dicho dispositivo eléctrico

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a sistemas espaciales y en particular a la disposición de dispositivos alimentados con electricidad tales como motores iónicos en naves espaciales.

10 Estado de la técnica

En el sector espacial, ciertos dispositivos eléctricos, como los motores iónicos, requieren el uso de cables eléctricos de gran diámetro que puedan soportar alto amperaje y/o alto voltaje. Puede ser necesario poder dirigir ciertos dispositivos eléctricos, en particular los motores iónicos, para ajustar la dirección de su fuerza de propulsión.

15

Una limitación en el ámbito espacial es, en particular, que los componentes de una nave espacial deben ser capaces de soportar fuertes aceleraciones y vibraciones que pueden producirse durante las fases de lanzamiento o liberación. Además, en el ámbito espacial, los movimientos relativos de los elementos constitutivos de una nave espacial deben permitir generalmente una repetibilidad durante un período de varios años, sin que sea posible realizar operaciones de mantenimiento. Por tanto, los sistemas espaciales deben presentar un alto nivel de fiabilidad y robustez.

20

Conocemos el documento US 6,025,815 titulado "drive unit for adjusting satellite components requiring orientation" que enseña un sistema de orientación mediante actuadores lineales dispuestos en paralelo y bielas.

25

El documento US 2016/200456 y AT512487 divulgan otros sistemas de orientación. El documento US 2016/200456 divulga, según el resumen, un bastidor, una parte móvil y dos ejes de rotación que tienen un punto de intersección.

30

Presentación de la invención

La presente invención tiene como objetivo proporcionar una nave espacial equipada con un dispositivo eléctrico, tal como un motor iónico, cuya orientación se ajusta mediante un sistema de orientación mejorado.

35

Para ello, la invención proporciona una nave espacial según la reivindicación 1.

La invención propone entonces una nave espacial equipada con un sistema de orientación cuya arquitectura combina dos (o más) motores rotativos, montados en serie a través de una pieza de unión, y al menos una horquilla de guía externa a la pieza de unión.

40

El guiado de los cables eléctricos del dispositivo a orientar mediante las horquillas guía permite mantener los cables del dispositivo eléctrico en un espacio restringido (la trayectoria de guía), con el fin de evitar que entren en contacto con otros equipos de la nave espacial dispuestos en las proximidades. Este confinamiento (mantener los cables en un espacio restringido) es particularmente útil durante las fases de lanzamiento y liberación de la nave espacial, durante las cuales los cables del dispositivo eléctrico están sometidos a fuertes vibraciones que pueden provocar la rotura de un cable o dañar el equipo circundante. Esta disposición de los cables según la invención hace que el sistema sea resistente a vibraciones y a importantes fuerzas de empuje.

45

Debido a su rigidez (especialmente en el caso de cables de gran diámetro), los cables ejercen pares resistivos sobre los actuadores rotativos. Si bien es útil durante las fases de lanzamiento y liberación, el confinamiento de los cables podría, por el contrario, considerarse negativo durante las fases de funcionamiento (cuando se activan los actuadores) ya que corre el riesgo de amplificar los pares ejercidos por los cables sobre los actuadores rotativos. La utilización de horquillas de guía según la invención permite paliar este inconveniente por una parte sujetando los cables, controlando su posición y su curvatura y por otra parte limitando las tensiones y en particular las fuerzas de fricción sufridas por los cables o los pares ejercidos por los cables. Además, como los cables se extienden fuera de la pieza de unión, las tensiones a las que se ven sometidos son limitadas; lo mismo se aplica en consecuencia a las tensiones que estos cables imponen a los actuadores.

50

La utilización de una o varias horquillas de guía según la invención permite así mantener pares resistivos reducidos ejercidos por los cables sobre los actuadores rotativos. De esta forma se optimiza la potencia necesaria para los actuadores rotativos. Esto resulta en una reducción de masa y un ahorro energético significativos. Además, se consigue un alto nivel de fiabilidad y robustez del sistema, de modo que se pueden realizar muchos movimientos repetitivos sin operaciones de mantenimiento.

60

65

- 5 Otra ventaja de la invención es que el sistema de orientación permite variar a voluntad la dirección de los ejes del dispositivo eléctrico y colocar el dispositivo en cualquier posición deseada. Este permite girar el dispositivo alrededor de dos ejes de rotación en ángulos significativos, por ejemplo $\pm 25^\circ$ (con respecto a una posición inicial que sirve de referencia), e incluso hasta 180° en ambas direcciones, no estando limitada la amplitud angular máxima por la arquitectura del sistema de orientación.
- 10 El sistema de orientación según la invención permite también resolver posibles problemas de conflictos entre los cables eléctricos del dispositivo eléctrico y los equipos situados cerca y/o liberar espacios para la instalación de otros equipos, al limitar el volumen en el que pueden moverse dichos cables.
- 15 Según una posible característica de la invención, cada una de las horquillas de guía comprende una rama de fijación fijada a la pieza de unión por un primer extremo; además, los dedos tienen forma de varillas, que están fijadas, por uno de sus extremos, al segundo extremo de dicha rama de fijación.
- 20 Según una posible característica de la invención, los cables eléctricos son libres de deslizarse con respecto a los dedos de cada horquilla de guía. En particular, no se prevé ningún miembro de sujeción que limite el movimiento de los cables en la dirección longitudinal de dichos dedos. Asimismo, los cables quedan ventajosamente libres para deslizarse respecto a los dedos a través de la horquilla, dependiendo del sentido de recorrido de dichos cables. Esta característica ayuda a minimizar los pares resistivos ejercidos por los cables sobre los actuadores rotativos.
- 25 Según una posible característica de la invención, para una o cada una de las horquillas de guía, los dedos de dicha horquilla de guía son rectilíneos y paralelos entre sí. Por otro lado, los dedos de la horquilla de guía pueden no ser paralelos de una horquilla a otra. Por ejemplo, los dedos de una primera horquilla se extienden todos en una primera dirección, mientras que los dedos de una segunda horquilla se extienden todos en una segunda dirección.
- 30 Según una posible característica de la invención, para una o cada una de las horquillas de guía, los dedos de dicha horquilla de guía son coplanares. Preferiblemente, la rama de fijación de la horquilla de guía también se extiende en el mismo plano que los dedos. Todos los dedos de la horquilla están, por ejemplo, en un plano transversal ortogonal a la dirección axial de la pieza de unión en el punto en el que el plano de la horquilla interseca la pieza de unión, es decir, en el primer extremo de la rama de fijación de la horquilla de guía. Téngase en cuenta que la dirección axial de la pieza de unión puede no ser rectilínea: por ejemplo, puede seguir una curva que parte del eje de rotación de uno de los actuadores, siendo tangente a este eje, y se une al eje de rotación del otro actuador, tangencialmente a este.
- 35 Según una posible característica de la invención, para cada una de las horquillas de guía, los dedos de dicha horquilla de guía sobresalen con respecto a los cables de manera que impiden que dichos cables se salgan de su trayectoria de guía. En otras palabras, si consideramos el conjunto formado por los cables recibidos entre dos dedos consecutivos de una horquilla y llamamos "ancho" a la dimensión que tiene este conjunto de cables en la dirección longitudinal de los dedos de la horquilla, la longitud de los dedos es mayor que el ancho del conjunto de cables, con un margen suficiente para que, sean cuales sean las posiciones de los actuadores rotativos, todos los cables queden posicionados entre los dedos de la horquilla incluso si los cables se dejan libres para deslizarse con respecto a los dedos.
- 40 Según una posible característica de la invención, para cada una de las horquillas de guía, los dedos de dicha horquilla de guía sobresalen con respecto a los cables de manera que impiden que dichos cables se salgan de su trayectoria de guía. En otras palabras, si consideramos el conjunto formado por los cables recibidos entre dos dedos consecutivos de una horquilla y llamamos "ancho" a la dimensión que tiene este conjunto de cables en la dirección longitudinal de los dedos de la horquilla, la longitud de los dedos es mayor que el ancho del conjunto de cables, con un margen suficiente para que, sean cuales sean las posiciones de los actuadores rotativos, todos los cables queden posicionados entre los dedos de la horquilla incluso si los cables se dejan libres para deslizarse con respecto a los dedos.
- 45 Según la invención, los ejes de rotación de los actuadores rotativos son secuenciales; estos se intersecan en un punto llamado centro de intersección. Esta arquitectura tiene la ventaja de ser compacta.
- 50 Según la invención, al menos una o cada una de las horquillas de guía tiene un eje principal que pasa por el centro de intersección de los ejes de rotación de los actuadores rotativos. En uso, bajo el efecto de la rotación de los actuadores activados para ajustar la posición del dispositivo eléctrico, se mueven los cables eléctricos del dispositivo que se extienden entre el armazón y dicho dispositivo; a medida que los actuadores rotan, la amplitud de desplazamiento de los cables describe una especie de onda. La disposición de las horquillas de modo que su eje principal pase por el centro de intersección de los ejes de rotación de los actuadores ayuda a minimizar la altura de esta onda. Además, tal disposición ayuda a minimizar los movimientos de los cables transversalmente a los dedos.
- 55 Según una posible característica de la invención, las horquillas de guía están configuradas para recibir al menos dos cintas superpuestas de cables eléctricos, estando dispuestos los cables de cada una de las cintas uno al lado del otro. Preferentemente, cuando los cables están así organizados en dos cintas superpuestas, al menos una -o preferentemente cada una- de las horquillas comprende tres dedos, delimitando dos intervalos, recibiendo cada intervalo una de las dos cintas de cables. No se excluye prever, como variante, que una (o eventualmente varias) de las horquillas solo comprenda dos dedos, es decir un único intervalo que reciba las dos cintas colocadas una sobre otra. Sin embargo, se prefiere la realización con horquillas de tres dedos porque
- 60 la separación de las dos cintas en dos intervalos distintos elimina la fricción entre las cintas en favor de la
- 65

fricción entre cada cinta y los dedos que la rodean, dicha fricción de la cinta contra los dedos es más fácil de controlar (y por lo tanto de minimizar).

5 Según una posible característica de la invención, en una realización que comprende varias horquillas de guía, éstas están dispuestas regularmente a lo largo de la dirección axial de los cables, de manera que se tienen, para cada cable, secciones de cable de sustancialmente la misma longitud entre dos puntos de apoyo.

10 Esto permite que el peso de los cables se distribuya mejor sobre la pieza de unión y por tanto optimiza su diseño y dimensionamiento.

15 Más particularmente, si el sistema comprende una sola horquilla, es deseable que dicha horquilla esté situada sustancialmente en medio de los cables, es decir en promedio sustancialmente equidistante de los dos extremos de los cables (por supuesto, dependiendo de las posiciones de los actuadores, la mitad de los cables puede pasar por un lado o por el otro de la horquilla, por se habla de "promedio").

20 Si el sistema incluye tres o más horquillas, estas se pueden disponer de manera que estén espaciadas uniformemente a lo largo de los cables. Alternativamente, puede preferirse que las horquillas estén distribuidas regularmente a lo largo de la pieza de unión, independientemente de las distancias existentes por una parte entre el dispositivo eléctrico y la pieza de unión y por otra parte entre el armazón y la pieza de unión. En esta variante, para un mismo cable dado, los tramos de cable situados entre dos horquillas tendrán longitudes similares, pero puede haber, en el lado del dispositivo eléctrico o en el lado del armazón, un primer tramo de cable posiblemente más grande o más pequeño que los tramos de cable entre dos horquillas.

25 Normalmente, cada actuador rotativo consta de un rotor y un estator, y cada actuador tiene un arnés de alimentación y control conectado a su estator. Según una posible característica de la invención, la pieza de unión está fijada por una parte al estator del actuador que está conectado al dispositivo eléctrico (el rotor de este actuador está conectado al dispositivo eléctrico) y por otra parte al rotor del actuador rotativo que está conectado al armazón de la nave espacial (este actuador está por consiguiente conectado al armazón por su estator). Esta característica permite optimizar ventajosamente las posiciones de los actuadores en relación con su arnés de alimentación. En efecto, la rotación del actuador que está conectado al armazón no provoca ninguna fuerza sobre el arnés de alimentación y control de dicho actuador ya que este arnés se extiende entre el armazón y el estator del actuador y dicho estator está fijado directamente al armazón (el arnés se extiende por tanto entre dos partes fijas). El arnés de alimentación y control del actuador que está conectado al dispositivo eléctrico se extiende entre el armazón de la nave espacial y el estator de dicho actuador. La elección de conectar el estator del actuador a la pieza de unión (y el rotor del actuador al dispositivo eléctrico) permite limitar el camino recorrido y las fuerzas ejercidas por el arnés sobre el actuador que se coloca entre el dispositivo eléctrico y la pieza de unión.

40 Por supuesto, es posible disponer los actuadores rotativos de forma diferente, es decir, por ejemplo, fijar cada uno de los dos actuadores a la pieza de unión mediante su estator, o viceversa, mediante su rotor.

En una posible versión de la invención, el dispositivo eléctrico a dirigir (con respecto al armazón de la nave espacial) es un motor iónico.

45 Breve descripción de las figuras:

50 La invención, según un ejemplo de realización, se comprenderá bien y sus ventajas aparecerán mejor con la lectura de la descripción detallada que sigue, dada a título informativo y en ningún caso limitativa, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de una primera realización de un sistema de orientación según la invención.

55 La figura 2 es una vista lateral esquemática de una segunda realización de un sistema de orientación según la invención.

La figura 3 es una vista superior esquemática de la segunda realización de la figura 2.

60 Los elementos idénticos que se muestran en las figuras anteriores se identifican mediante números de referencia idénticos.

Descripción detallada:

65 La figura 1 representa esquemáticamente una nave espacial 100 según la invención, que comprende un motor iónico móvil 1 y un sistema de orientación que permite orientar dicho motor iónico según dos ejes Δa y Δb con

respecto a un armazón 4 de la nave espacial 100. El motor iónico puede ser, por ejemplo, un motor iónico de rejilla o un propulsor de efecto Hall.

5 El sistema de orientación también podría aplicarse a otro dispositivo eléctrico instalado en la nave espacial, como un panel solar o una antena.

10 El sistema de orientación comprende dos actuadores rotativos 2a y 2b y una pieza de unión 5 que, en la realización de la figura 1, tiene forma de manguito biselado. Cada actuador rotativo consta de un rotor y un estator. La pieza de unión 5 presenta dos interfaces para su conexión a los actuadores rotativos 2a, 2b, en este caso dos aberturas dotadas cada una de un borde periférico 50a, 50b, que puede ser circular como se ilustra en la figura 1. La abertura 50a recibe rígidamente el estator del actuador rotativo 2a, mientras que la abertura 50b recibe rígidamente el rotor del actuador rotativo 2b. Cada rotor o estator de un actuador rotativo está fijado, por ejemplo, en el borde periférico de la abertura a la que está asociado.

15 Además, el estator del actuador rotativo 2a está conectado rígidamente al motor iónico 1, mientras que el estator del actuador rotativo 2b está conectado rígidamente al armazón 4 de la nave espacial. El motor iónico 1 puede así orientarse, con respecto al armazón de la nave espacial, alrededor de dos ejes de rotación Δa y Δb según desplazamientos angulares 3a y 3b.

20 Los motores de los actuadores rotativos pueden ser, por ejemplo, motores de CC, motores de CA, motores paso a paso, motores con escobillas o sin escobillas. Los dos motores pueden ser del mismo tipo (por ejemplo, dos motores sin escobillas) o de tipos diferentes (por ejemplo, un motor con escobillas y un motor sin escobillas).

25 La pieza de unión 5 comprende, por ejemplo, una porción cilíndrica cuyo eje coincide con el eje de rotación Δa del actuador rotativo 2a. La porción cilíndrica 5a está truncada en un bisel en un lado y es normal a su eje en el otro lado. El extremo truncado normalmente al eje tiene una sección circular que forma la abertura 50a que recibe el estator del actuador rotativo 2a.

30 La pieza de unión 5 comprende una segunda porción plana 5b, que se extiende en la prolongación del extremo biselado de la porción cilíndrica 5a. Esta segunda porción plana 5b es ortogonal al eje de rotación Δb del otro actuador rotativo 2b. Esta segunda porción plana 5b puede ser paralela al eje de la porción cilíndrica truncada 5a, en cuyo caso los ejes de rotación Δa y Δb de los actuadores son ortogonales. En la porción plana 5b se realiza un corte circular para formar la abertura 50b que recibe el rotor del actuador rotativo 2b.

35 En la pieza de unión 5, las aberturas circulares que reciben los rotores o los estatores están dispuestas por ejemplo con su eje central dispuesto respectivamente en dos direcciones transversales entre sí. En el ejemplo ilustrado, los ejes de rotación Δa y Δb de los actuadores rotativos son perpendiculares (es decir, ortogonales y coplanares). Estos podrían, alternativamente, ser sólo secuenciales con cualquier ángulo (es decir, coplanares sin ser necesariamente perpendiculares). Estos ejes también podrían ser ortogonales sin ser coplanares (y por lo tanto no secuenciales).

45 Según la invención, a la pieza de unión 5 también están asociadas una o más horquillas de guía. La figura 1 ilustra una realización que comprende sólo una horquilla 6, mientras que las figuras 2 y 3 representan una realización que comprende dos horquillas 6a, 6b. A excepción del número de horquillas utilizadas, los principios establecidos siguen siendo los mismos para estas dos realizaciones. Para mayor claridad, los cables no se han mostrado en la figura 1, mientras que los actuadores y el motor iónico no se han mostrado en las figuras 2 y 3.

50 Como se muestra en la figura 1, la horquilla 6 puede comprender tres dedos 9a, 9b, 9c rectilíneos, coplanares y paralelos entre sí, soportados por una rama de fijación 15 central.

55 La rama de fijación 15 tiene un primer extremo que está fijado a la pieza de unión 5. Dicha rama de fijación 15 está dispuesta por ejemplo según un eje 17 (que corresponde al eje principal de la horquilla) que pasa por el centro de intersección 16 de los ejes de rotación Δa , Δb de los actuadores 2a y 2b. De este modo, los movimientos del cable se minimizan ventajosamente en ambos lados de esta horquilla.

Los tres dedos 9a-9c están conectados, por uno de sus extremos, al segundo extremo de la rama de fijación 15 mediante una rama transversal común 18.

60 Alternativamente, se podría considerar una horquilla de dos dedos o una horquilla de cuatro dedos o más.

65 Los dedos de la horquilla están destinados a recibir cables eléctricos para alimentar y controlar el motor iónico 1, generalmente organizados en forma de cintas. Por ejemplo, aquí elegimos mantener una sola cinta en cada intervalo delimitado por dos dedos consecutivos. La horquilla de tres dedos 9a-9c permite entonces el mantenimiento de dos cintas de cables; una horquilla de dos dedos permite sujetar una cinta de cables, una horquilla de N dedos permite sujetar N-1 cintas de cables.

Los dedos, por ejemplo, son rectos; alternativamente podrían ser curvados. Los dedos de una misma horquilla, ya sean rectos o curvos, pueden ser paralelos entre sí o no.

5 La horquilla puede tener una forma general plana que se extiende transversalmente hacia los cables, es decir que los dedos 9a, 9b, 9c y la rama de fijación 15 son coplanares (como en los ejemplos ilustrados) y que el plano de la horquilla es atravesado por los cables. Como alternativa, se pueden tener dedos coplanares soportados por una rama de fijación inclinada con respecto al plano de los dedos, en particular por razones de facilidad de construcción. Además, los dedos de una misma horquilla pueden no ser coplanares.

10 Los dedos pueden ser de sección circular. Los dedos pueden ser alternativamente de sección poligonal. Los dedos pueden incluir porciones planas de soporte de cables. Los dedos no necesariamente tienen una sección transversal constante a lo largo de toda su longitud.

15 Los cables se sujetan entre dos dedos consecutivos, es decir, dos dedos enfrentados.

Los cables sujetos en la horquilla permanecen libres para moverse en una dirección transversal con respecto a los dedos, a cada lado de la horquilla, y en una dirección longitudinal con respecto a los dedos.

20 Como se ilustra (ver figura 2 y figura 3), los dedos 9a-9c preferiblemente se extienden hacia afuera con respecto a la cinta de cables, lo que permite, por ejemplo, sostener los cables a medida que se desplazan longitudinalmente con respecto a los dedos. La libertad de movimiento transversalmente a los dedos, a ambos lados de la horquilla, permite ajustar las longitudes entre los puntos de apoyo de los cables.

25 También podrían considerarse cables sujetos entre los dedos de las horquillas con grados de libertad restringidos. El par ejercido por los cables sobre cada actuador rotativo 2a, 2b permanece inferior a la capacidad de par del actuador en todas las circunstancias, siendo la capacidad de par de un actuador el par de reacción máximo que el actuador puede soportar en funcionamiento.

30 La colocación de las horquillas se realiza de forma que se impongan una o varias curvas a los cables. Aumentando el número de horquillas se incrementan así las curvaturas y las fuerzas y los pares ejercidos por los cables sobre los actuadores rotativos, permaneciendo siempre dentro de los límites controlados y aceptables, es decir, permaneciendo inferiores a la capacidad de par de cada uno de los actuadores rotativos.

35 El número de horquillas se elegirá de forma ventajosa para optimizar la disposición espacial de la zona reservada al paso de los cables en función de la potencia disponible de los actuadores. Las horquillas permiten disponer los cables en un área espacial limitada y hacen que el sistema de orientación sea resistente a las vibraciones o fuerzas de empuje.

40 La figura 2 muestra, en vista lateral, las cintas 8a y 8b de cables eléctricos sujetadas por dos horquillas de acuerdo con la invención. Cada horquilla 6a o 6b comprende tres dedos 9a-9c, 10a-10c respectivamente, y recibe dos cintas 8a y 8b superpuestas. Los cables 7a, 7b, 7c, 7d y 7e de la misma cinta 8a están dispuestos uno al lado del otro. Los actuadores no se muestran; la pieza de unión 5 entre los actuadores, sobre la que se fijan las horquillas de guía 6a y 6b, aparece de forma muy esquemática y sólo es parcialmente visible en la figura 3; se puede observar que esta no necesariamente tiene la misma forma que la pieza de unión de la primera realización de la figura 1.

45 Cada cable 7a o 7f está fijado por sus dos extremos 11a y 11b o 12a y 12b respectivamente al armazón 4 y al dispositivo eléctrico 1 a alimentar. Como se ha explicado anteriormente, los cables referenciados 7a, 7f, pueden por ejemplo deslizarse con respecto a los dedos 9a-9c, 10a-10c de las horquillas 6a y 6b. El cable puede deslizarse con respecto a una horquilla, particularmente cuando el punto de apoyo del cable en la horquilla no está ubicado en el eje de rotación resultante del movimiento de los actuadores. La longitud de los dedos ayuda a mantener el cable en las horquillas.

50 El control de la posición de los cables y el control de sus curvaturas permiten así controlar los pares ejercidos por estos cables sobre los actuadores rotativos debido a su rigidez, y sobre todo permiten un alto nivel de fiabilidad y robustez del sistema. De esta manera, los actuadores giratorios se ven sometidos a tensiones dentro de su rango de funcionamiento. De este modo, se pueden realizar muchos movimientos repetitivos sin necesidad de operaciones de mantenimiento.

60 Además, sea cual sea la posición del o de los actuadores, los cables se mantienen dentro de un volumen de guía determinado, pudiendo los demás elementos constitutivos de la nave espacial disponerse de forma segura fuera de este volumen de guía.

65 La figura 3 muestra, en vista superior, las cintas de cables eléctricos sujetadas por dos horquillas según la disposición de la figura 2. Los dedos de cada horquilla son paralelos entre sí y sobresalen del cable externo

ES 3 022 761 T3

7e, 7f de cada cinta, de modo de evitar que los cables se salgan de su trayectoria de guía, en caso de movimiento de los cables con respecto a los dedos.

5 Por ejemplo, las horquillas 6a y 6b se distribuyen regularmente de modo que tengan longitudes de cable idénticas entre dos puntos de apoyo. Un "punto de apoyo" de un cable significa un punto donde el cable está unido, por ejemplo en uno de sus extremos, o un punto donde el cable entra en contacto con una horquilla. La longitud media entre dos puntos de apoyo consecutivos de un cable es preferiblemente sustancialmente la misma a lo largo de dicho cable. Por supuesto, esta longitud puede variar dependiendo de las posiciones angulares de los actuadores rotativos (de ahí el concepto de longitud promedio). La longitud entre dos puntos de apoyo consecutivos también varía de un cable a otro, dependiendo de su posición en la misma cinta o de una cinta a otra. Por ejemplo, la longitud media entre dos puntos de apoyo del cable interior 7a de la cinta es menor que la longitud del cable exterior 7e de la cinta y las variaciones de posición del cable exterior pueden ser mayores.

15 La disposición de las horquillas se puede optimizar de muchas maneras diferentes, especialmente dependiendo de las limitaciones de cada misión. El sistema de orientación según la invención es así especialmente adaptable a diferentes misiones espaciales, para la orientación de uno o varios motores iónicos u otros dispositivos eléctricos a alimentar.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Nave espacial (100) que comprende
 - 5 - un armazón (4),
 - un dispositivo eléctrico (1),
 - cables eléctricos (7a-7f) para alimentar y/o controlar dicho dispositivo eléctrico,
 - al menos dos actuadores rotativos (2a, 2b) para orientar el dispositivo eléctrico (1) alrededor de dos ejes de rotación (Δa , Δb) no paralelos,
 - 10 - una pieza de unión (5) entre los dos actuadores rotativos, estando uno de los actuadores rotativos (2a) conectado por un lado al dispositivo eléctrico (1) y por otro lado a la pieza de unión (5), estando el otro actuador rotativo (2b) conectado por un lado a la pieza de unión (5) y por otro lado al armazón (4), y
 - 15 - una o más horquillas de guía (6, 6a, 6b), dispuestas en el exterior de la pieza de unión, estando cada una de dichas horquillas de guía fijada a la pieza de unión (5) y que comprende dedos (9a, 9b, 9c; 10a, 10b, 10c) configurados para soportar los cables eléctricos (7a-7f) y delimitar entre los dedos una trayectoria de guía para dichos cables eléctricos (7a-7f),
 - en donde
 - 20 cada horquilla de guía (6, 6a, 6b) está dispuesta de manera que, cualquiera que sean las posiciones de los actuadores rotativos (2a, 2b), los cables eléctricos (7a-7f) ejercen, sobre cada uno de los actuadores rotativos (2a, 2b), un par que es inferior a la capacidad de par del actuador rotativo,
 - y en donde
 - 25 los ejes de rotación (Δa , Δb) de los actuadores rotativos (2a, 2b) son secuenciales en un centro de intersección (16) y al menos una de las horquillas de guía (6a, 6b, 6c) tiene un eje principal que pasa por dicho centro de intersección (16).
- 30 2. Nave espacial según la reivindicación 1, en donde cada una de las horquillas de guía (6, 6a, 6b) comprende una rama de fijación (15) fijada a la pieza de unión por un primer extremo, estando los dedos (9a, 9b, 9c; 10a, 10b, 10c) en forma de varillas fijadas, por uno de sus extremos, al segundo extremo de la rama de fijación (15).
- 35 3. Nave espacial según la reivindicación 1, en donde los cables eléctricos (7a - 7f) son libres de deslizarse con respecto a los dedos (9a, 9b, 9c; 10a, 10b, 10c) de cada horquilla de guía (6, 6a, 6b).
- 40 4. Nave espacial según una de las reivindicaciones 1 o 2, en donde, para cada horquilla de guía (6, 6a, 6b), los dedos (9a, 9b, 9c; 10a, 10b, 10c) de dicha horquilla de guía son rectilíneos y paralelos entre sí.
- 45 5. Nave espacial según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde, para cada horquilla de guía (6, 6a, 6b), los dedos (9a, 9b, 9c; 10a, 10b, 10c) de dicha horquilla de guía sobresalen con respecto a los cables (7a - 7f) de manera que impiden que dichos cables se salgan de su trayectoria de guía.
- 50 6. Nave espacial según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde al menos una de las horquillas de guía (6a, 6b) comprende tres dedos que delimitan dos intervalos para recibir al menos dos cintas (8a, 8b) superpuestas de cables eléctricos (7a-7f), estando dispuestos los cables de cada una de las cintas (8a, 8b) uno al lado del otro.
- 55 7. Nave espacial según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde las horquillas de guía (6a, 6b) están distribuidas regularmente a lo largo de una dirección axial de los cables de manera que hay, para cada cable, secciones de cable de sustancialmente la misma longitud entre dos puntos de apoyo.
- 60 8. Nave espacial según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde cada actuador rotativo comprende un rotor y un estator y la pieza de unión (5) está fijada por una parte al estator del actuador (2a) que está conectado al dispositivo eléctrico (1) y por otra parte al rotor del actuador rotativo (2b) que está conectado al armazón (4) de la nave espacial.
- 65 9. Nave espacial (100) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde el dispositivo eléctrico (1) es un motor iónico.

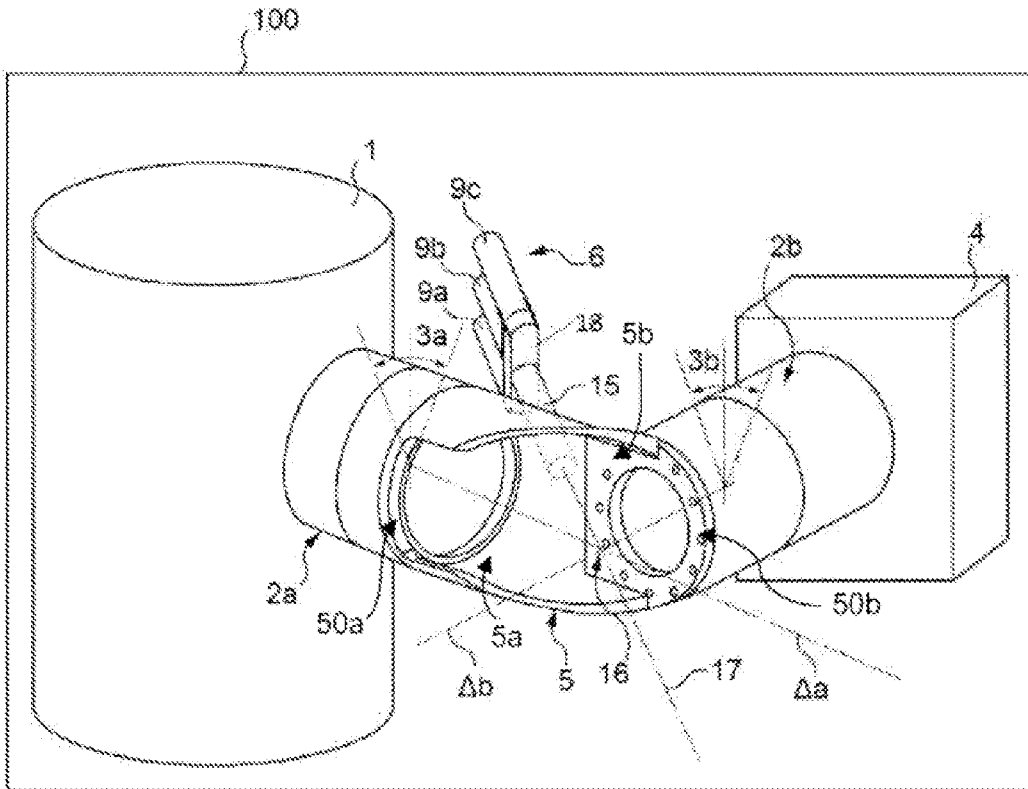


Figura 1

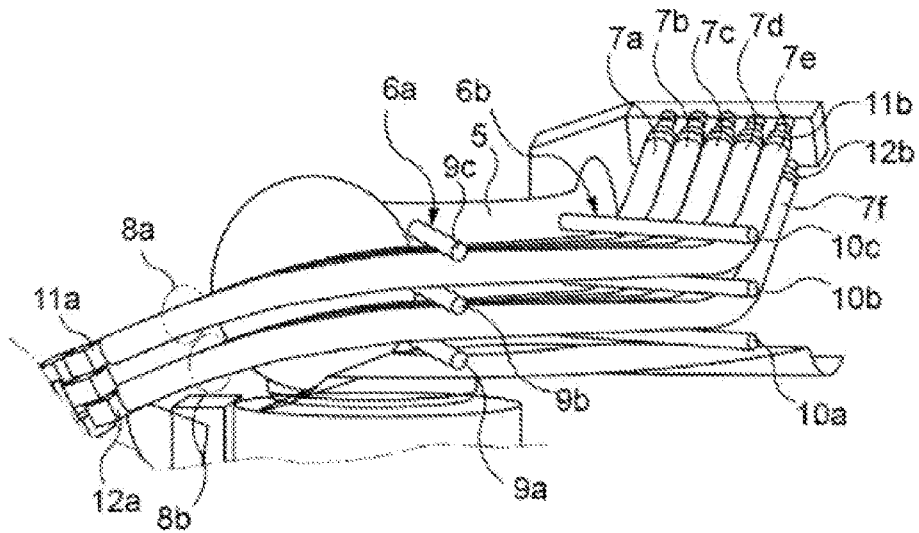


Figura 2

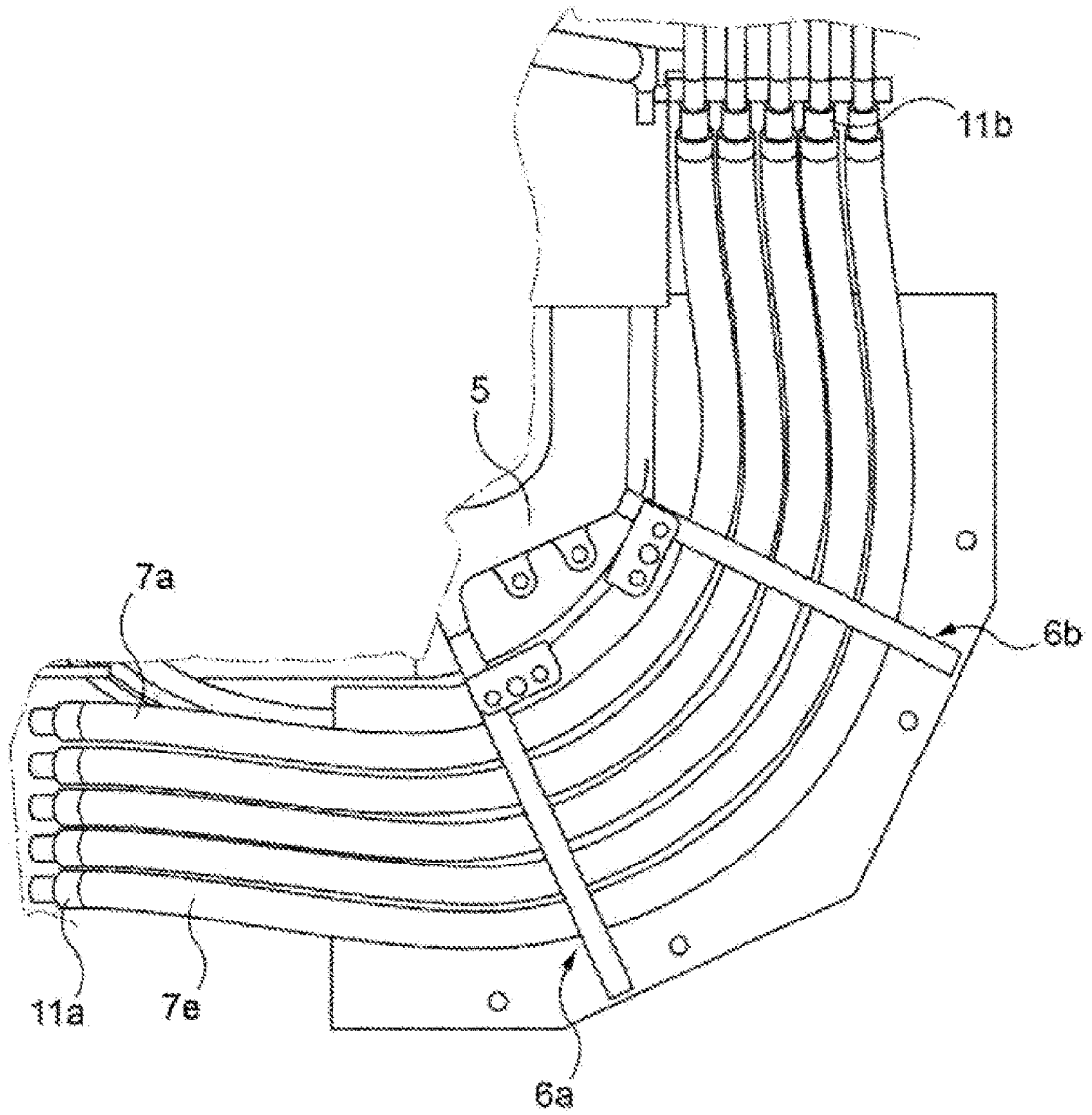


Figura 3