(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 952 315**

(51) Int. CI.:

B64G 1/50 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2021 PCT/FR2021/050229**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.09.2021 WO21170931**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2021 E 21710025 (4)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3947160**

(54) Título: **Satélite geoestacionario que comprende un radiador con insolación reducida y sistema de guiado mejorado**

(30) Prioridad:

27.02.2020 FR 2001967

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.10.2023

(73) Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)
31 rue des Cosmonautes ZI du Palays
31402 Toulouse Cedex 4, FR

(72) Inventor/es:

PUPILLE, GILLES y
DELTOUR, BERNARD

(74) Agente/Representante:

VEIGA SERRANO, Mikel

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

Satélite geoestacionario que comprende un radiador con insolación reducida y sistema de guiado mejorado

Sector de la técnica

La presente solicitud se refiere al campo de los satélites en órbita geoestacionaria, por ejemplo satélites de telecomunicaciones. La presente solicitud se refiere en particular a un radiador para un satélite de este tipo y a un satélite dotado de un radiador.

Estado de la técnica

Un satélite geoestacionario suele tener la forma de un paralelepípedo rectangular, en el que se definen una cara norte, una cara sur, una cara este, una cara oeste, una cara orientada hacia la Tierra y una cara opuesta, denominada cara antiterrestre. Las caras norte, sur, este y oeste se denominan así en correspondencia con los puntos cardinales del planeta alrededor del cual se sitúa el satélite. Estas orientaciones pueden estar algo desviadas con respecto a su definición para responder a determinadas limitaciones operativas o de disposición.

Una gran limitación de un satélite es el control térmico de los distintos componentes y la disipación del calor generado por estos componentes. El calor se evacúa del satélite por radiación, por medio de uno o varios radiadores. Un radiador suele tener forma de panel, formando una o ambas caras principales las superficies de radiación. Conductos de fluido caloportadores forman un circuito cerrado entre los equipos productores de calor del satélite y las superficies de radiación, de modo que el fluido caloportador se calienta cerca de los equipos del satélite y circula hacia las superficies de radiación para enfriarse antes de volver a circular hacia los equipos del satélite.

Para maximizar la eficacia del radiador en cuanto a rechazo térmico, el radiador estar expuesto a la menor radiación solar posible, también llamada insolación.

A este respecto, se conoce la patente EP 3 055 212 B1 concedida al solicitante, un radiador para un satélite geoestacionario cuya insolación es mínima.

Para ello, el radiador comprende un pie de soporte para un panel de radiación que comprende al menos una superficie de radiación, estando el pie de soporte montado de manera rotatoria alrededor de un eje de rotación, y extendiéndose la superficie de radiación en perpendicular a un eje de radiación que está inclinado con respecto al eje de rotación del pie por un ángulo de funcionamiento fijo correspondiente al ángulo de inclinación del plano de la órbita del satélite, a saber, para la Tierra un ángulo de aproximadamente 23,5 º.

Además, el radiador se controla de modo que, para cualquier rotación del pie de soporte alrededor del eje de rotación, la superficie de radiación permanezca paralela al plano de la eclíptica.

De este modo, la inclinación fija de la superficie de radiación garantiza una insolación cero de la superficie de radiación, lo que aumenta la eficacia del radiador para enfriar el satélite.

Además, esta patente también prevé, con el fin de limitar el espacio ocupado por el panel, en particular para los demás equipos del satélite, que el panel esté montado de forma pivotante alrededor del eje de radiación, y que el radiador comprenda también un sistema de guiado del panel, que impida al pavel pivotar con el pie de soporte alrededor del eje de rotación. Esto permite mantener el panel en una orientación determinada con respecto al satélite, al tiempo que se mantiene la superficie o superficies de radiación con una inclinación constante para minimizar la insolación del satélite.

En este caso, el sistema de guiado del panel está formado por una varilla que forma un riel de guiado, fijada de manera rígida a una cara del satélite y que se extiende en paralelo al eje de rotación, y una abrazadera fijada al panel y que actúa conjuntamente con el riel de guiado agarrándolo por cualquiera de sus lados según dos direcciones opuestas. Dependiendo de la rotación del pie de soporte, la abrazadera puede deslizarse a lo largo del riel al tiempo que impide que el panel rote con respecto al satélite.

Uno inconveniente de este mecanismo de guiado está relacionado con los problemas tribológicos recurrentes de los mecanismos espaciales que funcionan en el vacío, es decir, la fricción y el desgaste que pueden provocar un desgaste prematuro y averías importantes. Además, esta solución no permite instalar fácilmente un sistema de compensación de holguras y de precarga, que sin embargo son necesarios para alcanzar los rendimientos de rigidez requeridos.

Objeto de la invención

El objetivo de la invención es mejorar la solución descrita anteriormente.

En particular, un objetivo de la invención es ofrecer un radiador con insolación mínima, que no presente riesgo de desgaste prematuro y que cumpla los requisitos de rigidez.

A este respecto, la invención propone un satélite capaz de situarse en órbita geoestacionaria alrededor de un planeta en un plano inclinado con respecto al plano de la eclíptica, que comprende un radiador, comprendiendo el radiador:

- al menos un panel que presenta al menos una superficie de radiación que se extiende en perpendicular con respecto a un eje de radiación, estando el panel montado de manera pivotante con respecto a dicho eje de radiación,

- un pie de soporte que porta el panel, y

- un motor adaptado para hacer que el pie de soporte pivote alrededor de un eje de rotación,

en el que el eje de radiación y el eje de rotación están inclinados uno con respecto a otro según un ángulo de funcionamiento correspondiente al ángulo de inclinación del plano de la órbita del satélite con respecto al plano de la eclíptica, de modo que para cualquier rotación del pie de soporte alrededor del eje de rotación, la superficie de radiación permanezca paralela al plano de la eclíptica,

y en el que el radiador comprende además un sistema de guiado del panel que limita la rotación del panel alrededor del eje de rotación, para mantener el panel en una orientación determinada con respecto al satélite,

caracterizado por que el sistema de guiado del panel comprende un brazo de unión del panel al satélite y está montado de manera pivotante con respecto al satélite alrededor de un primer eje, y montado pivotante con respecto al panel alrededor de un segundo eje que coincide con el primer eje en un punto de intersección que coincide con un punto de intersección entre el eje de radiación y el eje de rotación.

De manera ventajosa, pero opcional, el satélite según la invención también comprende al menos una de las siguientes características.

El brazo de unión puede comprender en cada extremo un cojinete que se extiende alrededor del primer eje y del segundo eje, respectivamente.

En una realización, el primer eje y el segundo eje pueden ser perpendiculares, y el brazo de unión es un brazo doblado que comprende dos partes perpendiculares entre sí.

En una realización, el primer eje puede extenderse en paralelo a una cara de soporte del satélite en la que está montado el radiador.

El primer eje puede ser perpendicular al eje de rotación.

En una realización, el panel tiene una forma sustancialmente rectangular que presenta una dimensión mayor en una primera dirección, y el segundo eje de rotación del brazo de unión con respecto al panel es paralelo a la primera dirección.

El radiador puede comprender además un circuito de circulación de fluido caloportador adaptado para hacer circular un fluido caloportador en un bucle cerrado entre un equipo del satélite y el panel del radiador, en el que el circuito de circulación de fluido caloportador comprende al menos un primer conducto de fluido caloportador que comprende al menos:

- una primera parte flexible que se extiende transversalmente al primer eje de rotación para poder flexionarse alrededor de un primer punto de flexión situado en el primer eje de rotación, y

- una segunda parte flexible que se extiende transversalmente al segundo eje de rotación para poder flexionarse alrededor de un segundo punto de flexión situado en el segundo eje de rotación.

Cada conducto de fluido caloportador comprende además partes rígidas que se extienden a ambos lados de cada parte flexible. Alternativamente, cada conducto de fluido caloportador puede comprender una parte flexible continua que comprende la primera parte flexible, la segunda parte flexible y una parte flexible intermedia que las conecta.

El brazo de unión también puede comprender un soporte para al menos un conducto de fluido caloportador.

En una realización, el radiador comprende una pluralidad de conductos de fluido caloportador, comprendiendo cada conducto partes flexibles primera y segunda, en el que la primeras partes flexibles de al menos dos conductos están yuxtapuestas entre sí transversalmente al primer eje de rotación, y las segundas partes flexibles de al menos dos

conductos están yuxtapuestas entre sí transversalmente al segundo eje de rotación.

En una realización, el radiador comprende además al menos un segundo conducto de fluido caloportador, superpuesto al primer conducto en una dirección perpendicular a un plano definido por los ejes de rotación primero y segundo, comprendiendo el segundo conducto una parte flexible continua superpuesta a la primera parte flexible, la segunda parte flexible del segundo conducto, y una parte intermedia que conecta las mismas con el primer conducto.

En una realización, el pie de soporte puede comprender dos partes, a saber:

- una primera parte que puede montarse en la cara de soporte del satélite, y

- una segunda parte en la que se monta el panel,

estando el panel montado en la segunda parte por medio de un cojinete para permitir la rotación del panel alrededor del eje de radiación.

Las dos partes del pie de soporte pueden ser rectas, extendiéndose la primera parte según el eje Y de rotación extendiéndose la segunda parte según el eje de radiación.

En algunas realizaciones, el ángulo de funcionamiento es de 23,5 º.

En algunas realizaciones, el radiador está montado en una cara de soporte del satélite, estando el pie de soporte del radiador fijado al satélite de forma que el eje de rotación es perpendicular a una cara de referencia del satélite, siendo la cara de referencia una cara norte o una cara sur del satélite.

El radiador descrito en el presente documento comprende un sistema de guiado del panel basado en un brazo de unión ensamblado respectivamente al satélite y al panel mediante dos uniones rotativas. Estas uniones rotativas, que pueden realizarse, por ejemplo, mediante cojinetes, eliminan los problemas asociados a la fricción y al desgaste prematuro de las piezas. Además, estas uniones rotativas confieren al sistema de guiado una gran sencillez y un coste de realización reducido.

En los cojinetes, la eliminación de la holgura y la precarga están controladas y permiten cumplir los requisitos de rigidez del mecanismo de forma sencilla y sin piezas adicionales.

Descripción de las figuras

Otras características, detalles y ventajas resultarán evidentes a partir de la descripción detallada que figura a continuación y del análisis de los dibujos adjuntos, en los que:

Figura 1a

[La figura 1a] es una vista esquemática en sección de un radiador montado en una cara de un satélite, según un ejemplo de realización.

Figura 1b

[La figura 1b] representa una vista esquemática de un radiador montado en una cara de un satélite, según un ejemplo de realización.

Figura 2

[La figura 2] es una representación esquemática de un satélite dotado de un radiador según una realización de la invención, en órbita alrededor de la Tierra, representándose el satélite para tres posiciones diferentes alrededor del planeta.

Figura 3a

[La figura 3a] representa una vista del radiador en una de las posiciones de la figura 2.

Figura 3b

[La figura 3b] representa una vista según un plano perpendicular al de la figura 3a.

Figura 4ª

[La figura 4a] representa una vista del radiador en una segunda posición de la figura 2.

Figura 4b

[La figura 4b] representa una vista según un plano perpendicular al de la figura 4a.

Figura 5a

[La figura 5a] representa una vista del radiador en una tercera posición.

Figura 5b

[La figura 5b] representa una vista según un plano perpendicular al de la figura 5a.

Figura 6a

[La figura 6a] representa una vista del radiador en una cuarta posición, también representada en la figura 2.

Figura 6b

[La figura 6b] representa una vista según un plano perpendicular al de la figura 6a.

Figura 7

[La figura 7] representa un ejemplo de disposición de conductos de circulación de fluido caloportador en relación con un radiador según una realización.

Figura 8

[La figura 8] representa un ejemplo de disposición de conductos de circulación de fluido caloportador en relación con un radiador según otra realización.

Descripción detallada de la invención

En la figura 1a se representa en sección y de manera esquemática un ejemplo de realización de un radiador 1, destinado a montarse en rotación alrededor de un eje R de rotación en una cara de un satélite 2. El eje R de rotación del radiador 1 una vez montado en el satélite 2 está orientado en la práctica de norte a sur, es decir, es perpendicular a las caras norte y sur del satélite 1. Sin embargo, la cara sobre la que se monta el radiador 1 puede ser cualquier cara del satélite 2, y el radiador 1 puede comprender un soporte intermedio, que puede ser desplegable, para conferir al eje R de rotación una orientación norte-sur. En una realización representada en la figura 2, se trata de la cara 3 norte del satélite 1. Alternativamente, tal como se representa en la figura 3, también puede tratarse de la cara antiterrestre. El objetivo principal del satélite 2 es situarse en órbita geoestacionaria alrededor de un planeta, normalmente la Tierra T.

El radiador 1 comprende un panel 4, que presenta al menos una superficie 5 de radiación sustancialmente plana. Preferiblemente, las dos caras 5, 6 opuestas del panel 4 son superficies de radiación. Las superficies 5, 6 de radiación están orientadas por un mismo eje S denominado de radiación, es decir, el eje perpendicular a las superficies 5, 6 de radiación. La primera cara 5 se denomina cara superior y la segunda cara 6 se denomina cara inferior.

Tal como se observará más adelante, el eje R de rotación y el eje S de radiación están inclinados entre sí un ángulo distinto de 90°º y distinto de cero. En otras palabras, el eje R de rotación no es paralelo a las superficies 5, 6 de radiación. El eje R de rotación tampoco es perpendicular a estas superficies.

Preferiblemente y como se representa esquemáticamente en las figuras 1a y 1b, el panel 4 se extiende sobre un lado del satélite 2, más allá de la cara del satélite 2 sobre la que está montado, para no interferir con otros equipos del satélite que requieran proximidad al satélite 2, y para proporcionar a las caras 5 y 6 un buen factor de visión, también conocido como factor de soporte del satélite 2, el radiador 1 comprende medios de ensamblaje, que incluyen un pie 7 de soporte, rígido, es decir, ninguna parte del pie 7 es móvil con respecto a otra parte. Se proporcionan medios de control y de motorización para hacer pivotar el pie 7 de soporte alrededor del eje R de rotación, comprendiendo estos medios en particular un motor 10 (representado esquemáticamente en las figuras 3a a 6b) adaptado para accionar en rotación el pie 7 alrededor del eje R.

La órbita geoestacionaria se define como aquella situada aproximadamente a 36000 km de altitud por encima del ecuador, en el plano ecuatorial de la Tierra, con excentricidad cero con respecto a la Tierra. Aunque la órbita geoestacionaria se refiere a la Tierra, el satélite 2 dotado del radiador 1 descrito en este caso puede adaptarse a

otros planetas.

La órbita geoestacionaria, en el plano ecuatorial de la Tierra, está por tanto inclinada con respecto a la eclíptica un ángulo de 23,5 º. De este modo, el eje S de radiación está inclinado un ángulo α de funcionamiento con respecto al eje R de rotación, ángulo α que se elige entonces para ser igual a 23,5 º. De forma más general, el ángulo α de funcionamiento puede elegirse en función de las necesidades dentro de un intervalo de valores comprendidos entre 0 º y 90 º, quedando excluidos los límites del intervalo ($\alpha \in$] 0 ;90°º [).

El satélite 2 en órbita geoestacionaria se orienta de forma que sus caras denominadas norte y sur sean paralelas al plano de la órbita geoestacionaria durante todo su funcionamiento. En efecto, especialmente para los satélites de telecomunicaciones, los instrumentos de tipo antena se montan en el satélite según una orientación precisa, que debe mantenerse. De este modo, la orientación del satélite con respecto a la Tierra suele mantenerse idéntica durante todo su funcionamiento.

La inclinación del eje S de radiación con respecto al eje R de radiación significa que las superficies 5, 6 de radiación están inclinadas por el ángulo α de funcionamiento con respecto a la cara 3 norte del satélite 2. De este modo, las superficies de radiación pueden permanecer paralelas al plano eclíptico para cualquier rotación del pie 7 de soporte alrededor del eje R de rotación. Por consiguiente, su insolación es cero y su capacidad de rechazo térmico es máxima.

El ángulo α de funcionamiento es fijo, es decir, se determina al diseñar el radiador. Por tanto, no se modifica durante el funcionamiento del radiador. Solo es necesario controlar la rotación del pie 7 de soporte alrededor del eje R de rotación para mantener las superficies 5, 6 de radiación paralelas al plano de la eclíptica. Por consiguiente, los medios de ensamblaje son sencillos de realizar.

Alternativamente, pueden preverse medios de modificación limitada (algunos grados) del ángulo α de funcionamiento durante el funcionamiento para compensar los cambios en la inclinación de la órbita. Por ejemplo, podría utilizarse un dispositivo de dos posiciones. Más concretamente, como se observará más adelante, lo que se modifica no es el ángulo α de funcionamiento entre el eje R de rotación y el eje S de radiación, sino el ángulo entre las superficies 5, 6 de radiación y la cara 3 norte del satélite, de modo que, por compensación, las superficies 5, 6 de radiación vuelvan a situarse en el plano de la eclíptica.

En una realización, el pie 7 de soporte comprende dos partes 8, 9 rectilíneas. Una primera parte 8 se extiende según eje R de rotación, y la segunda parte 9 se extiende según el eje S de radiación. Las dos partes 8, 9 del pie 7 están por tanto inclinadas entre sí según el ángulo α de funcionamiento. La segunda parte 9 puede estar en la prolongación de la primera parte 8, de manera que haya un punto de intersección entre el eje R de rotación y el eje S de rotación en la superficie de contacto entre las dos partes 8, 9. Alternativamente, estas partes pueden estar dispuestas de manera que un punto de intersección entre el eje R de rotación y el eje S de radiación no esté situado en la superficie de contacto entre las dos partes, sino en un plano del panel 4, lo que implica que la base de la segunda parte, en la superficie de contacto con la primera parte, sea ligeramente excéntrica con respecto a la primera parte, tal como se representa, por ejemplo, en la figura 1a.

La primera parte 8 está montada en la cara 3 de soporte del satélite, por ejemplo la cara norte o sur, mediante un cojinete 11, y está conectada a los medios de control y motorización. La primera parte 8 se extiende sustancialmente en perpendicular a la cara 3 de soporte sobre la que está montada. Por ejemplo, el anillo interior del cojinete está fijado al pie 7, y el anillo exterior está fijado a la cara 3 de soporte del satélite. Una carcasa 11', fijada al anillo exterior, cubre el cojinete 11 para protegerlo. Cuando el pie 7 de soporte rota completamente alrededor del eje R de rotación, la segunda parte 9 describe, por tanto, un cono con un ángulo igual al ángulo α de funcionamiento.

El panel 4 se fija a la segunda parte 9 del pie 7. En la práctica, el panel 4 se monta en la parte superior de la segunda parte 9, es decir, se fija al extremo libre de la segunda parte 9.

Alternativamente, el pie 7 de soporte puede ser curvo. En este caso, la curva descrita por el pie 7 de soporte comprende al menos una primera tangente sustancialmente paralela al eje R de rotación y una segunda tangente inclinada por el ángulo α de funcionamiento con respecto a la primera tangente. El panel 4 se monta entonces en perpendicular a la segunda tangente.

Si el pie 7 de soporte estuviera fijado de manera rígida al panel 4, entonces, para una rotación completa del pie 7 de soporte alrededor del eje R de rotación, el panel 4 describiría una trayectoria circular, con un radio correspondiente a la distancia entre el eje R de rotación y el punto del panel 4 más alejado del eje R de rotación, en un plano perpendicular al eje R de rotación. Sin embargo, una trayectoria de este tipo puede afectar a otros equipos del satélite. Una trayectoria de este tipo también limita las dimensiones del panel 4, para evitar colisiones entre el panel 4 y el satélite 2 durante la rotación alrededor del eje R de rotación.

En consecuencia, el radiador 1 comprende un sistema 12 de guiado del panel, adaptado para limitar, y

preferiblemente eliminar, la rotación del panel alrededor del eje R de rotación cuando el pie 7 de soporte se acciona en rotación por los medios 10 de motorización, permitiendo al mismo tiempo al panel describir un movimiento en el que la normal al panel describe un cono con un ángulo α alrededor del eje R. Para ello, el panel 4 está montado de manera pivotante sobre la segunda parte 9 del pie 7, alrededor del eje S de radiación. Para obtener esta rotación se utiliza, por ejemplo, un segundo cojinete 13 entre la segunda parte 9 del pie 7 y el panel 4. El anillo exterior del segundo cojinete 13 está fijado de manera rígida al panel 4 rodeando el rodamiento, estando el anillo interior fijado al pie 7 de soporte.

Además, el sistema 12 de guiado comprende un brazo 14 de unión del panel 4 al satélite, estando el brazo 14 de unión montado de manera pivotante con respecto al satélite alrededor de un primer eje X, y de manera pivotante con respecto al panel 4 alrededor de un segundo eje Y.

Para ello, el brazo 14 de unión comprende ventajosamente un primer cojinete 15 que se extiende alrededor del eje X y recibe una varilla 20 cilíndrica solidaria con el satélite. Por ejemplo, la varilla 20 cilíndrica puede ser solidaria o estar formada de una sola pieza, con la carcasa 11' fijada al anillo exterior del cojinete y cubriendo el mismo. El brazo 14 de unión también comprende un segundo cojinete 16 que se extiende alrededor del eje Y, y que recibe una varilla 40 cilíndrica solidaria con el panel, pudiendo ser esta varilla cilíndrica una protuberancia del panel dedicada a la unión con el brazo de unión. Ventajosamente, los cojinetes 15, 16 están situados en los extremos del brazo de unión. El primer eje X y el segundo eje Y son coplanarios y secantes, coincidiendo además el punto de intersección de estos ejes con un punto de intersección del eje de radiación y del eje de rotación. De este modo, los ejes R, S, X e Y se intersecan en un punto O. Además, ninguno de los ejes X e Y es paralelo a uno de los ejes de rotación R o de radiación S.

En una realización, el brazo 14 de unión es un brazo acodado que comprende dos partes 140, 141 montadas de manera solidaria con el anillo externo de cada cojinete, estando las partes conectadas por una parte 142 central acodada, posiblemente redondeada. Cada cojinete puede estar situado en el extremo libre de cada parte del brazo de unión.

En una realización, los ejes X e Y son perpendiculares entre sí. En este caso, los cojinetes 15, 16 se extienden en perpendicular entre sí, y las partes 140, 141 son perpendiculares entre sí. En el caso en que X e Y son perpendiculares entre sí, la rotación del panel alrededor del eje R es estrictamente cero. En caso contrario, persiste un movimiento de oscilación en rotación alrededor de R, cuanto mayor sea la amplitud, menor será el ángulo entre X e Y.

Este brazo acodado que comprende cojinetes que pueden precargarse permite obtener la rigidez necesaria para el mecanismo.

En una realización, el primer eje X se extiende en paralelo a la cara 3 de soporte del satélite y, por tanto, en perpendicular al eje R de rotación. El segundo eje Y, por su parte, se extiende preferiblemente paralelo a la dirección de la dimensión principal del panel, lo que limita el volumen ocupado total del radiador.

Mediante estas rotaciones según dos ejes concurrentes en el punto de intersección de los ejes R y S, el brazo de unión permite limitar el movimiento del panel, durante la rotación del pie de soporte alrededor del eje R de rotación, según un movimiento cónico, del que el eje S de radiación constituye una generatriz, siendo el panel perpendicular al eje S en cada punto de su movimiento. De este modo, el panel permanece paralelo al plano de la eclíptica, estando las caras de radiación del panel siempre inclinadas con respecto a la cara norte del satélite en un ángulo α. Sin embargo, el plano en el que esta inclinación es medible cambia con la rotación del pie alrededor del eje R de rotación, según la orientación de la segunda parte 9.

En la figura 2 se ha representado, de manera esquemática, el satélite 2 en órbita geoestacionaria ecuatorial alrededor de la Tierra T en tres posiciones diferentes. El plano Pg de la órbita geoestacionaria ecuatorial del satélite está inclinado un ángulo de aproximadamente 23,5 º con respecto al plano Pe de la eclíptica.

Los medios de control y motorización están adaptados para que la velocidad de rotación del pie siga la rotación de la Tierra T. Más concretamente, la Tierra T realiza una rotación completa, es decir, 360 º, alrededor de su eje en un día sideral, en 23 horas, 56 minutos y 4,1 segundos. Además, la Tierra tarda 24 horas para que el Sol vuelva con respecto al mismo punto de la Tierra, a la misma posición, momento en el que la Tierra habrá realizado una rotación de aproximadamente 360,9856 º alrededor de su eje, definiendo así un día solar.

Por consiguiente, los medios 10 de control y motorización se ajustan para que el pie 7 de soporte realice una rotación completa, es decir, 360 º para mantener una órbita geoestacionaria, en 23 horas, 56 minutos y 4,1 segundos, de modo que las superficies 5, 6 de radiación permanezcan paralelas al plano Pe de la eclíptica. El sentido de rotación del pie 7 de soporte es inverso al de la Tierra. De este modo, si la Tierra gira en sentido trigonométrico, el pie 7 de soporte gira en el sentido antitrigonométrico. La velocidad de rotación del pie de soporte es constante.

Mediante la rotación del pie 7 alrededor de un único eje, el eje R de rotación, a partir de una posición inicial en la que las superficies 5, 6 de radiación son paralelas al plano Pe de la eclíptica, y a una velocidad de rotación constante, el paralelismo de la posición inicial se mantiene durante toda la órbita geoestacionaria del satélite 2, sin que sea necesario realizar ningún ajuste durante el funcionamiento del satélite 2.

De este modo, se han representado en las figuras 3a a 6b cuatro ejemplos de posiciones de un panel en relación con el pie 7 de soporte, adoptadas sucesivamente por el radiador durante una rotación completa del satélite. En las figuras 3a, 4a, 5a y 6a, la vista del radiador es una vista según un plano perpendicular al primer eje X. En las figuras 3b, 4b, 5b y 6b, la vista del radiador es una vista según un plano perpendicular a la superficie de soporte del satélite y perpendicular al plano de visión de las figuras 3a, 4a, 5a y 6a.

En las figuras 3a y 3b, que corresponden a la posición del satélite con respecto a la Tierra representada más a la derecha en la figura 2, el panel presenta una inclinación cero con respecto al primer eje X, pero una inclinación del ángulo α con respecto a la superficie de soporte del panel, alrededor del eje Y. En las figuras 5a y 5b, que corresponden a la posición más a la izquierda del satélite en la figura 2, es decir, una posición del satélite opuesta, con respecto a la Tierra, con respecto a la primera posición, el panel presenta una inclinación cero con respecto al primer eje X pero una inclinación de un valor de ángulo α y en sentido opuesto con respecto a la superficie de soporte del panel, alrededor del eje Y.

A la inversa, las figuras 4a y 4b, por una parte, y 6a y 6b, por otra, corresponden a dos posiciones opuestas del satélite con respecto a la Tierra, siendo cada posición una posición media con respecto a las posiciones de las figuras 3a y 3b, por una parte, y 5a y 5b, por otra. En particular, la posición representada en las figuras 4a y 4b corresponde en la figura 2 a la posición media del satélite, mientras que la posición representada en las figuras 6a y 6b no se representa en la figura 2 porque estaría detrás de la Tierra, opuesta al satélite representado en el centro. En estas posiciones, la inclinación del panel con respecto al segundo eje Y es cero, mientras que es igual al ángulo α en un sentido o en el sentido contrario alrededor del eje X.

Todas las posiciones del panel durante una revolución del satélite alrededor de la Tierra son posiciones intermedias entre estas cuatro posiciones.

Con el fin de controlar la correcta colocación del panel con respecto a la eclíptica, el radiador puede comprender además al menos un sensor solar, conectado a los medios 10 de control y motorización, para comprobar y/o controlar la orientación del panel con respecto al Sol. El sensor solar permite comprobar la ausencia de insolación de las superficies 5 y 6 de radiación, y comunicarse con los medios 10 de control y motorización para realizar posibles operaciones de corrección de la rotación del pie 7 de soporte.

Con referencia a la figura 7, el radiador 1 descrito anteriormente también puede comprender medios de conexión de fluidos simplificados. El radiador comprende al menos un circuito de circulación de fluido caloportador adaptado para hacer circular un fluido caloportador en bucle cerrado entre un equipo del satélite y el panel 4 del radiador, y comprende a este respecto uno o varios conductos 50 de fluido caloportador. El diseño de la disposición del conducto o conductos de fluido caloportador debe tener en cuenta el movimiento del panel 1, la presión del fluido caloportador y la sección de estos conductos para hacer pasar un caudal suficiente para garantizar el enfriamiento de los equipos del satélite.

A este respecto, cada conducto 50 de fluido caloportador está ventajosamente adaptado para extenderse desde el satélite hasta el panel evitando el brazo de unión, es decir, discurriendo a lo largo de una cara exterior del brazo de unión, y teniendo:

- una primera parte 51 flexible situada frente al primer eje X de rotación, que se extiende transversalmente a este, para poder flexionarse alrededor de un primer punto de flexión situado en el primer eje de rotación, y

- una segunda parte 52 flexible que se extiende frente al segundo eje Y de rotación, que se extiende transversalmente a este, para poder flexionarse alrededor de un segundo punto de flexión situado en el segundo eje de rotación.

Por tanto, cada punto de flexión está situado en un eje X, Y de rotación del brazo 14 de unión, en el lado opuesto del panel con respecto al brazo de unión. El conducto está por tanto adaptado para poder deformarse con el movimiento del panel. Un conducto flexible de circulación de fluido caloportador en el dominio espacial se fabrica habitualmente a partir de un conducto corrugado, es decir, ondulado para ser flexible a la flexión. Para evitar el alargamiento de este conducto corrugado bajo la presión del fluido que circula por su interior, un manguito trenzado rodea el conducto corrugado e impide cualquier variación de la longitud del conducto.

De este modo, el hecho de alinear las partes 51, 52 flexibles de los conductos de fluido caloportador, que se realizan del mismo modo, con los ejes X, Y de rotación respectivamente, permite someterlas a un movimiento de flexión puro y sin variación de longitud.

En lugar de ser corrugadas, las partes 51, 52 flexibles pueden presentar una configuración helicoidal, que confiere a estas partes flexibilidad de flexión.

Normalmente, para la circulación en bucle cerrado del fluido caloportador desde el equipo de satélite hasta el panel y, a continuación, desde el panel hasta el equipo de satélite, los conductos de circulación de fluido caloportador se disponen por pares, correspondiendo cada uno de ellos a un sentido de circulación del fluido. Por consiguiente, en el caso de que se dispongan varios conductos 50 alrededor de o rodeando el brazo de unión tal como se ha descrito anteriormente, los conductos se disponen ventajosamente de manera que todas las primeras partes 51 flexibles de los conductos están todas yuxtapuestas entre sí, es decir, dispuestas una al lado de otra y extendiéndose todas transversalmente al primer eje de rotación, y todas las segundas partes 52 flexibles de los conductos estén también yuxtapuestas o dispuestas una al lado de otra, transversalmente al segundo eje Y de rotación.

En una realización, cada conducto de fluido caloportador comprende partes 53 rígidas que se extienden a ambos lados de cada parte flexible, y en particular una parte 530 rígida intermedia que se extiende entre las dos partes 51, 52 flexibles. Si el brazo 14 de unión adopta la forma de un brazo acodado a 90 º, esta parte 530 rígida también está acodada a 90 º para discurrir a lo largo del brazo de unión.

Alternativamente, la parte 530 intermedia de conducto de fluido caloportador que conecta la primera parte 51 flexible y la segunda parte 52 flexible también puede ser flexible. En otras palabras, cada conducto 50 de fluido caloportador puede comprender entonces una parte flexible continua que comprende la primera parte 51 situada frente al eje X, la segunda parte 52 situada frente al eje Y, y una parte 530 flexible intermedia que conecta estas dos partes.

En este caso, y con referencia a la figura 8, el conjunto de los conductos 50 de fluido caloportador puede comprender uno o más conductos 50’ de fluido alineados de manera que las primeras partes 51 estén yuxtapuestas en el eje X y las segundas partes 52 estén yuxtapuestas en el eje Y, y puede comprender además segundos conductos 50” de fluido que estén respectivamente superpuestos a los primeros conductos 50’, en una dirección perpendicular al plano definido por los ejes X e Y. Los segundos conductos 50” de fluido comprenden una parte flexible continua superpuesta a la primera parte 51 flexible, la segunda parte flexible y la parte intermedia, flexible o rígida, de un primer conducto 50’. De este modo, pueden preverse, por ejemplo, dos o tres niveles de superposición. El hecho de que los conductos 50” estén desplazados con respecto a los ejes X e Y implica una mayor deformación durante el movimiento del panel, pero esta deformación se permite por la presencia de la parte flexible continua.

Ventajosamente, el brazo 14 de unión puede comprender un soporte 143 para al menos un conducto 50 de fluido, y preferiblemente para un número par de conductos 50, por ejemplo entre dos y ocho conductos. En las realizaciones representadas en las figuras 7 y 8, el brazo 14 de unión está acodado 90 º y el soporte 143 está ajustado al brazo de unión en el acodado, extendiéndose hacia el exterior del brazo de unión. El soporte está adaptado para ensamblarse a cada conducto que se extiende entre las dos partes 51, 52 flexibles, y comprende, por ejemplo, a este respecto, un alojamiento para cada conducto.

Ventajosamente, el radiador 1 puede adoptar una posición plegada en la que el panel se mantiene paralelo a una cara del satélite, por ejemplo la cara 3 de soporte, tal como la cara norte, y a continuación se coloca en posición operativa. A este respecto, el despliegue puede realizarse mediante el mismo motor que el que acciona en rotación el pie, mediante un dispositivo de transmisión de movimiento, por ejemplo una caja de velocidades dotada de levas, o mediante un motor independiente del que realiza la rotación del pie.

Aunque las figuras descritas anteriormente muestran un solo radiador, montado en una cara de soporte tal como la cara norte, el satélite puede comprender al menos un segundo radiador montado, por ejemplo, en la cara sur y que funcione de manera idéntica. Además, según las dimensiones de los paneles de radiación, una misma cara también puede comprender dos radiadores.

REIVINDICACIONES

1. Satélite (2) adecuado para colocarse en órbita geoestacionaria alrededor de un planeta en un plano inclinado con respecto al plano de la eclíptica, que comprende un radiador, comprendiendo el radiador (1) que comprende:

- al menos un panel (4) que presenta al menos una superficie (5, 6) de radiación que se extiende en perpendicular con respecto a un eje (S) de radiación, estando el panel montado de manera pivotante con respecto a dicho eje (S) de radiación,

- un pie (7) de soporte que soporta el panel (4), y

- un motor (10) adaptado para hacer pivotar el pie (7) de soporte alrededor de un eje (R) de rotación,

en el que el eje (S) de radiación y el eje (R) de rotación están inclinados uno con respecto a otro mediante un ángulo (α) de funcionamiento correspondiente al ángulo de inclinación del plano de la órbita del satélite con respecto al plano de la eclíptica, de modo que para cualquier rotación del pie (7) de soporte alrededor del eje (R) de rotación, la superficie (5,6) de radiación permanece paralela al plano de la eclíptica,

y en el que el radiador (1) comprende además un sistema (12) de guiado del panel (4) que limita la rotación del panel alrededor del eje (R) de rotación, para mantener el panel en una orientación dada con respecto al satélite,

caracterizado por que el sistema (12) de guiado del panel comprende un brazo (14) de unión del panel al satélite, montado de manera pivotante con respecto al satélite (2) alrededor de un primer eje (X) y montado de manera pivotante con respecto al panel (4) alrededor de un segundo eje (Y) que corta al primer eje en un punto (O) de intersección que coincide con un punto de intersección entre el eje (S) de radiación y el eje (R) de rotación.

2. Satélite (2) según la reivindicación 1, en el que el brazo (14) de unión comprende en cada extremo un cojinete (15, 16) que se extiende respectivamente alrededor del primer eje (X) y del segundo eje (Y).

3. Satélite (2) según una de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el primer eje (X) y el segundo eje (Y) son perpendiculares, y el brazo (14) de unión es un brazo acodado que comprende dos partes (141, 142) perpendiculares entre sí.

4. Satélite (2) según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer eje (X) se extiende en paralelo a una cara (3) de soporte del satélite en el que está montado el radiador (1).

5. Satélite (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el panel (4) presenta una forma sustancialmente rectangular que presenta una dimensión principal en una primera dirección, y el segundo eje (Y) de rotación del brazo (14) de unión con respecto al panel (4) es paralelo a la primera dirección.

6. Satélite (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el radiador (1) comprende además un circuito de circulación de fluido caloportador adaptado para hacer circular un fluido caloportador en bucle cerrado entre un equipo del satélite y el panel del radiador, en el que el circuito de circulación de fluido caloportador comprende al menos un primer conducto (50) de fluido caloportador que comprende al menos:

- una primera parte (51) flexible que se extiende transversalmente al primer eje (X) de rotación para poder flexionarse alrededor de un primer punto de flexión situado en el primer eje de rotación, y

- una segunda parte (52) flexible que se extiende transversalmente al segundo eje (Y) de rotación para poder flexionarse alrededor de un segundo punto de flexión situado en el segundo eje de rotación.

7. Satélite (2) según la reivindicación anterior, en el que cada conducto (50) de fluido caloportador comprende además partes (53) rígidas que se extienden a ambos lados de cada parte flexible.

8. Satélite (2) según la reivindicación 6, en el que cada conducto (50) de fluido caloportador comprende una parte flexible continua que comprende la primera parte flexible (51), la segunda parte (52) flexible y una parte (530) flexible intermedia que las conecta.

9. Satélite (2) según una de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el brazo (14) de unión comprende además un soporte (143) para al menos un conducto (50) de fluido caloportador.

10. Satélite (2) según una de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el radiador (1) comprende una pluralidad de conductos (50) de fluido caloportador, comprendiendo cada conducto (50) partes (51) y (52) flexibles primeras y segundas, en el que las primeras partes (51) flexibles de al menos dos conductos (50) están yuxtapuestas entre sí transversalmente al primer eje (X) de rotación, y las segundas partes (51) flexibles de al menos dos conductos (50) están yuxtapuestas entre sí transversalmente al segundo eje (Y) de rotación.

11. Satélite (2) según una de las reivindicaciones 6 a 10, en el que el satélite comprende además al menos un segundo conducto (50”) de fluido caloportador, superpuesto al primer conducto en una dirección perpendicular a un plano definido por los ejes de rotación primero y segundo, comprendiendo el segundo conducto (50”) una parte flexible continua superpuesta a la primera parte (51) flexible, la segunda parte (52) flexible, y una parte (530) intermedia que conecta las mismas al primer conducto.

12. Satélite (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el pie (7) de soporte comprende dos partes (8, 9), a saber:

- una primera parte (8) apta para montarse sobre la cara (3) de soporte del satélite, y

- una segunda parte (9) sobre la que está montado el panel (4),

estando el panel (4) montado sobre la segunda parte (9) mediante un cojinete (13) para permitir la rotación del panel alrededor del eje (S) de radiación.

13. Satélite (2) según la reivindicación 12, en el que las dos partes (8, 9) del pie (7) de soporte son rectilíneas, extendiéndose la primera parte (8) según el eje (R) de rotación y extendiéndose la segunda parte según el eje (S) de radiación.

14. Satélite (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el ángulo (α) de funcionamiento es de 23,5 º.

15. Satélite (2) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el radiador (1) está montado en una cara (3) de soporte del satélite, estando el pie (7) de soporte del radiador fijado al satélite de manera que el eje (R) de rotación es perpendicular a una cara de referencia del satélite, siendo la cara de referencia una cara norte o una cara sur del satélite.

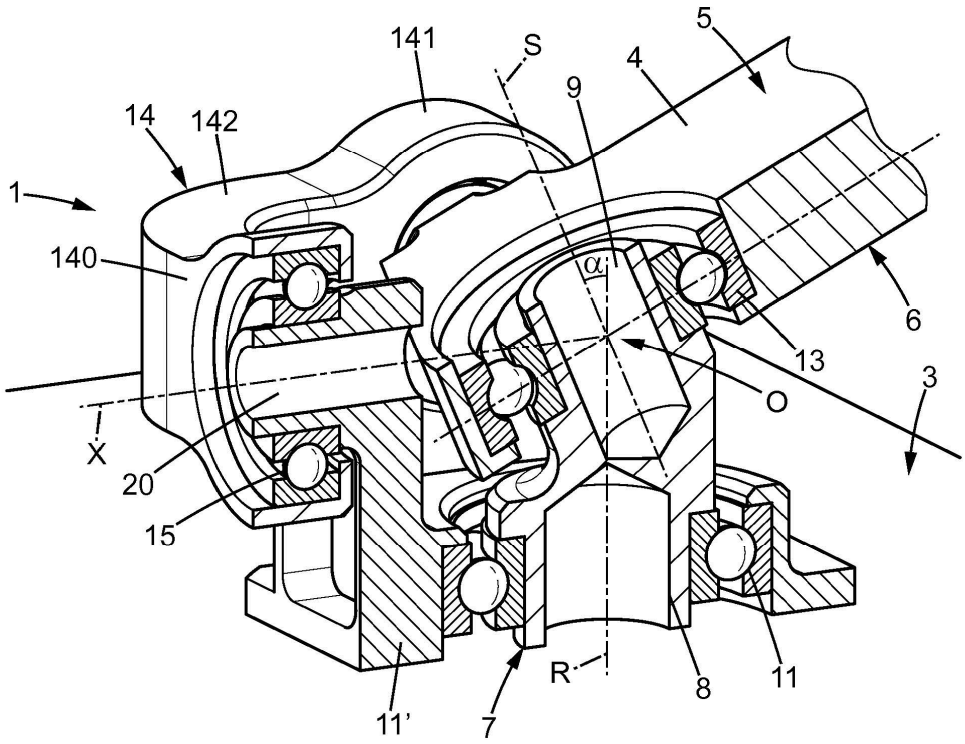


FIG. 1a

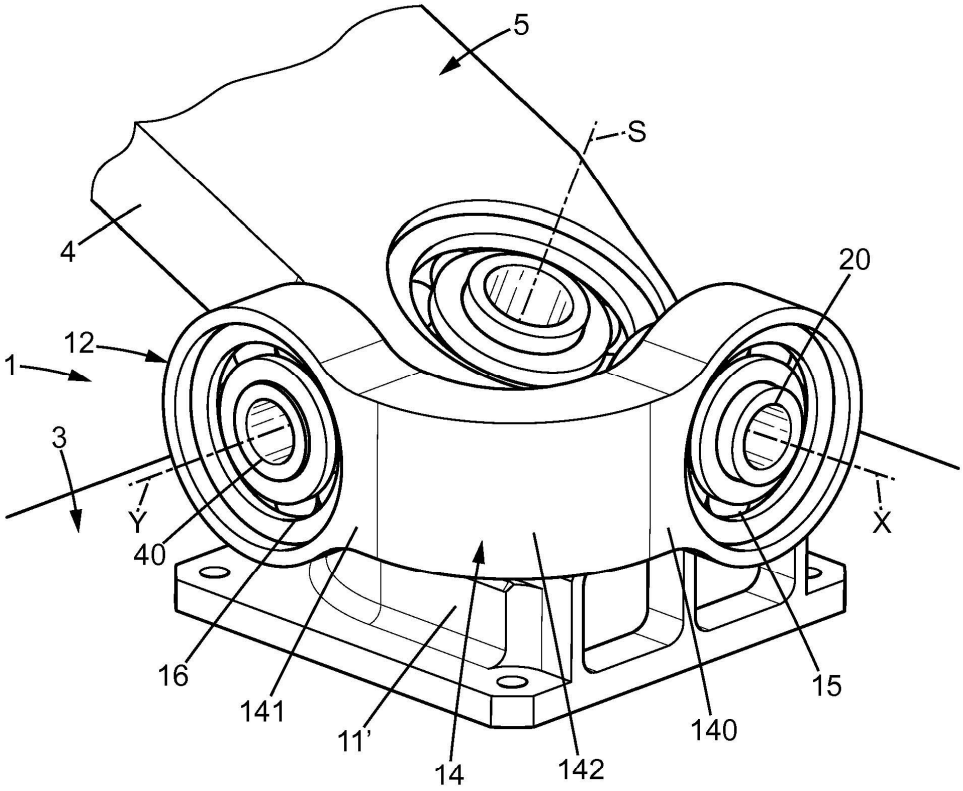


FIG. 1b

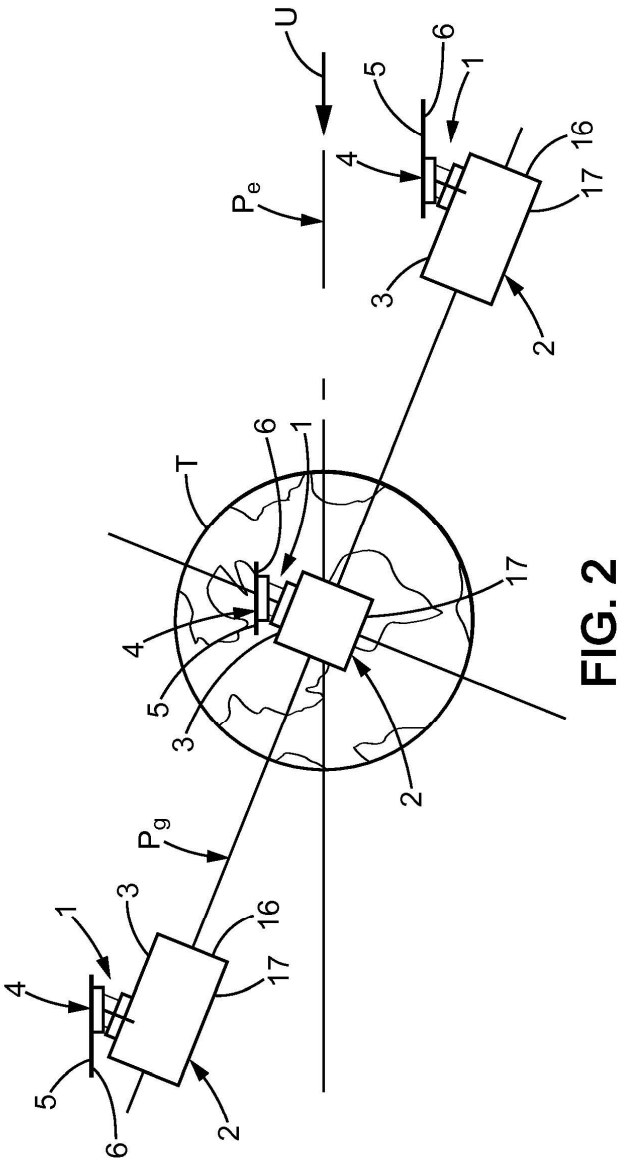


FIG. 2

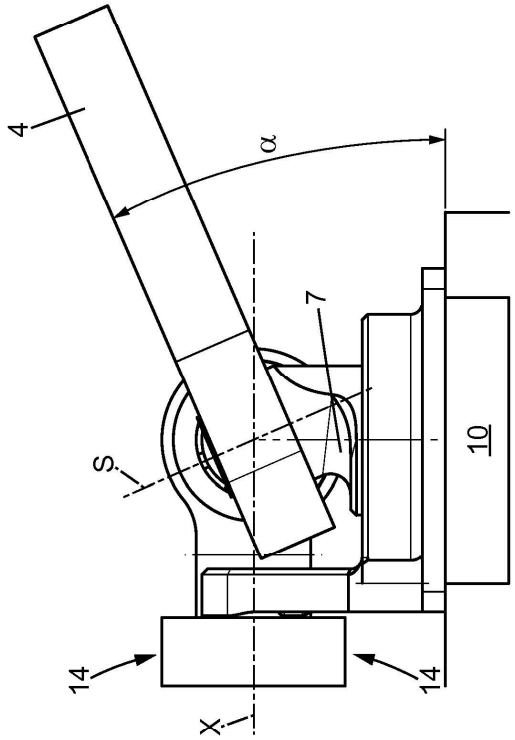


FIG. 3b

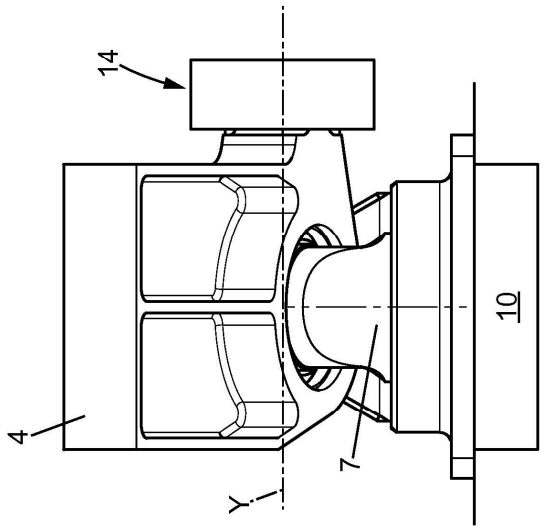


FIG. 3a

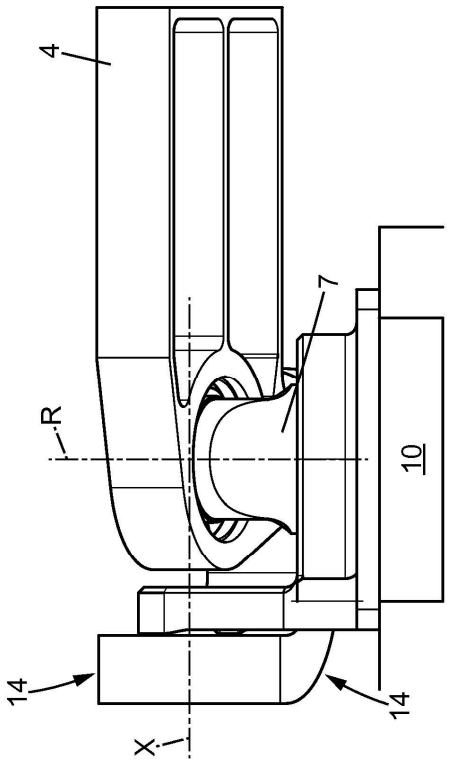


FIG. 4b

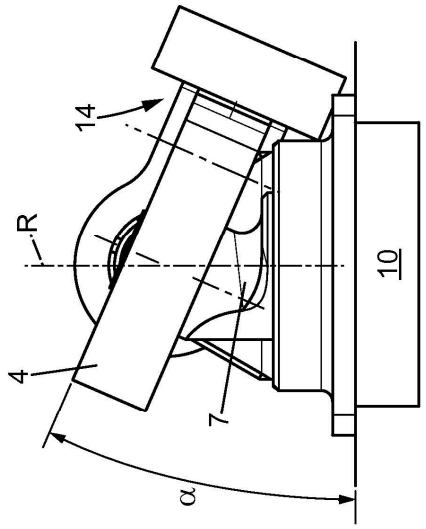


FIG. 4a

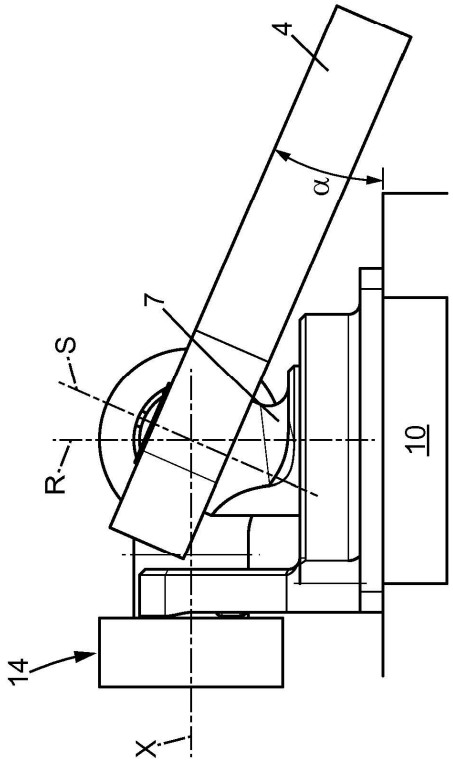


FIG. 5b

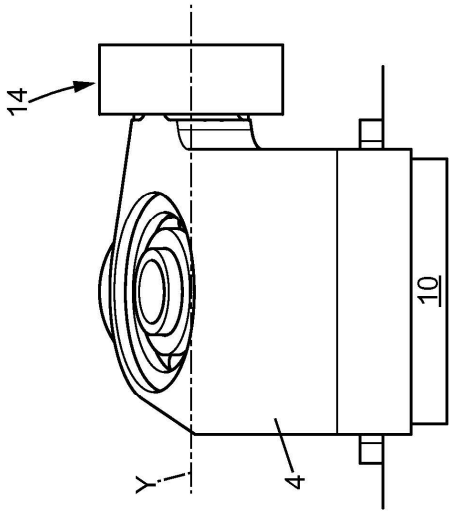


FIG. 5a

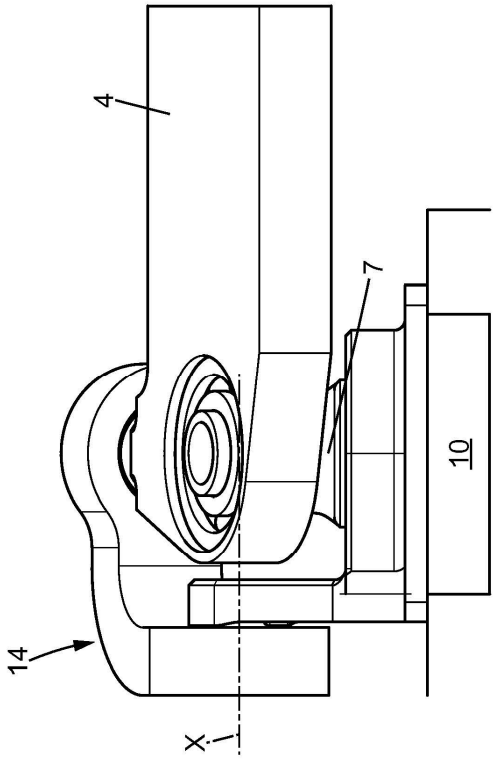


FIG. 6b

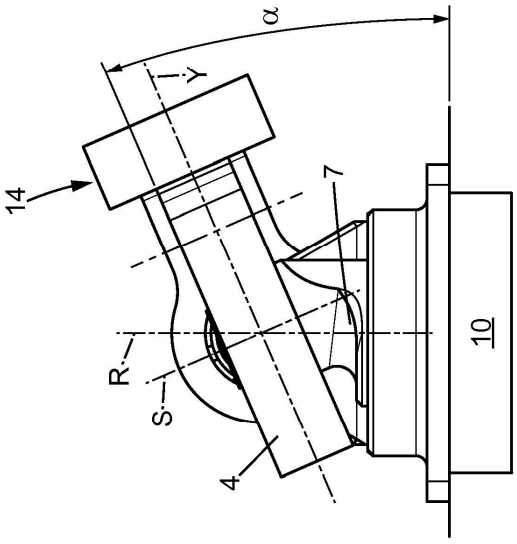


FIG. 6a

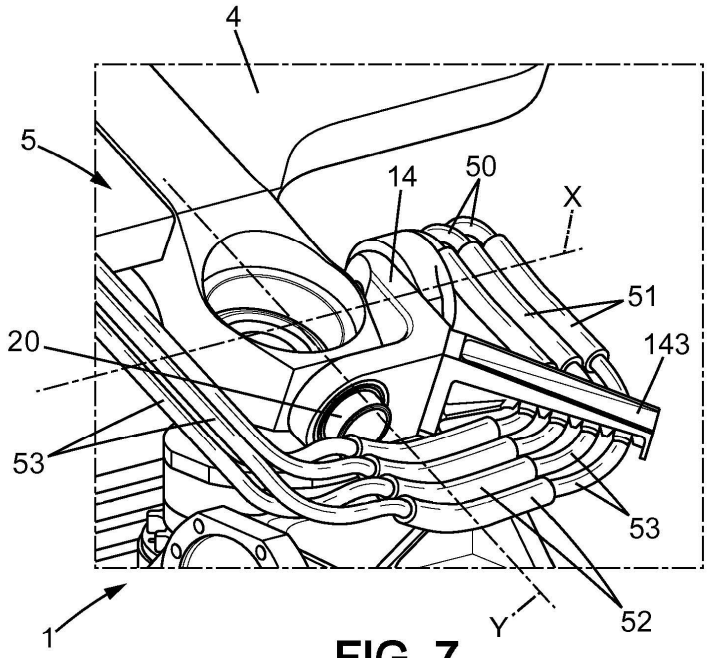


FIG. 7

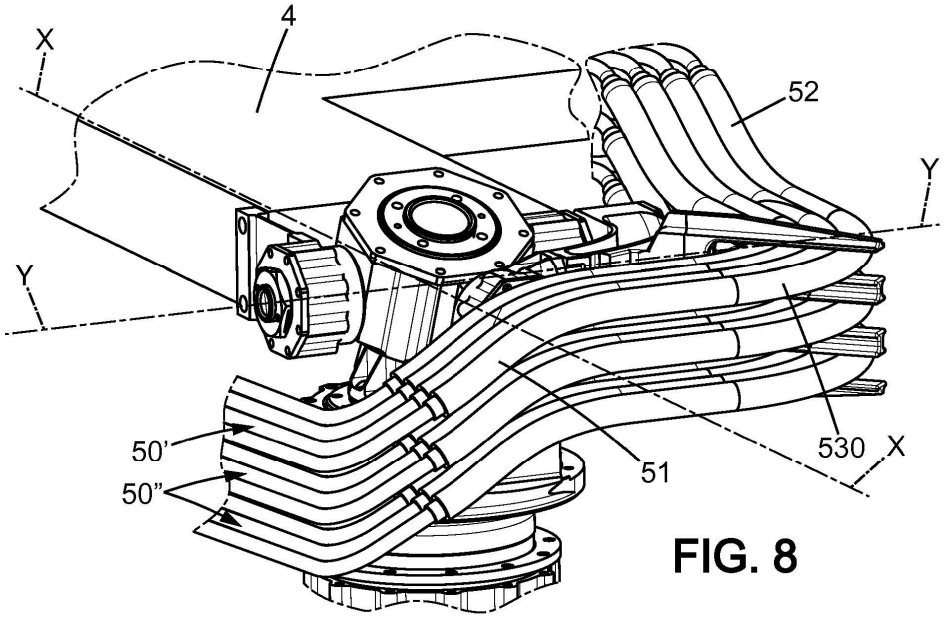


FIG. 8