

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 653**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/08 (2006.01)

H01Q 1/12 (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2016** **E 16152165 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2019** **EP 3054529**

54 Título: **Sistema de posicionamiento para antenas y sistema de antenas**

30 Prioridad:

06.02.2015 DE 102015101721

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

05.11.2019

73 Titular/es:

LISA DRÄXLMAIER GMBH (100.0%)
Landshuter Strasse 100
84137 Vilsbiburg, DE

72 Inventor/es:

OPPENLÄNDER, DR. JÖRG

74 Agente/Representante:

BOTELLA REYNA, Juan

ES 2 729 653 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

Sistema de posicionamiento para antenas y sistema de antenas

5 CAMPO TÉCNICO

La invención se refiere a un sistema de posicionamiento para antenas y a un sistema de antenas, en particular para una aplicación en vehículos, por ejemplo, aeronaves. Las antenas planas de bajo perfil ("low-profile flat-panel antennas") necesarias para la comunicación de aeronaves con satélites están sometidas a exigencias estrictas en cuanto a espacio en relación con el posicionamiento de una apertura de antena en la dirección de un satélite.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Los sistemas de posicionamiento para antenas sobre soportes móviles, como por ejemplo vehículos, aeronaves o buques tienen el objetivo de orientar la antena durante el movimiento en el espacio del soporte móvil siempre de forma óptima hacia el objetivo, usualmente una antena objetivo, que se encuentra por ejemplo sobre un satélite. En muchos casos debe mantenerse al respecto con fiabilidad un radioenlace dirigido, incluso cuando el movimiento del soporte es rápido.

Para lograr ese objetivo se utilizan en muchas aplicaciones los llamados sistemas de posicionamiento de 2 ejes (véase al respecto también el documento JP H06-252625 A), con los cuales puede hacerse girar la antena independientemente en azimut y elevación. Los dos ejes de tales sistemas forman entonces un sistema ortogonal y permiten así la orientación de la antena hacia cualquier punto en el espacio tridimensional.

Si funciona el sistema de comunicación inalámbrico con ondas electromagnéticas de polarización lineal, entonces en sistemas de 2 ejes se presenta el problema de que al girar la antena los planos de polarización por lo general giran a la vez, por lo que el plano de polarización de la antena objetivo ya no coincide con el plano de polarización de la antena que se encuentra sobre el sistema de posicionamiento.

Para resolver este problema, cuando se trata de volúmenes de movimiento de simetría esférica (como por ejemplo en antenas parabólicas) puede introducirse un tercer eje, que independientemente del azimut y del eje de elevación permita el giro de la antena alrededor del eje del haz. Un tal sistema de 3 ejes constituye entonces un sistema ortogonal completo y permite un seguimiento de la polarización óptimo.

Evidentemente los sistemas de posicionamiento de 3 ejes conocidos para antenas parabólicas no pueden utilizarse para antenas de bajo perfil, ya que debido a la forma de la apertura de la antena y al reducido espacio constructivo, no es posible un giro independiente alrededor del eje del haz, o bien la zona angular en la que es posible un tal giro está muy limitada.

Por lo tanto, en antenas de bajo perfil, que apoyan dos polarizaciones ortogonales lineales, se realiza el seguimiento de la polarización electrónica o electromecánicamente en el circuito de procesamiento de la señal, con lo que no se necesita ningún tercer eje mecánico.

Tales sistemas de posicionamiento de dos ejes con seguimiento de la polarización 20 separado se utilizan en particular en antenas de bajo perfil montadas en el fuselaje de aeronaves o en el cuerpo de vehículos. Los sistemas de antenas se caracterizan porque las aperturas de las antenas tienen sólo una altura muy pequeña (usualmente inferior a 20 cm), para mantener tan pequeña como sea posible la resistencia al aire. Las aperturas de antenas suelen ser rectangulares. Un ejemplo de un tal sistema de posicionamiento según el estado de la técnica se representa en la figura 1.

En aperturas de antenas que no son simétricas a la rotación sobre sistemas de posicionamiento con dos ejes A, C, se presenta evidentemente el problema adicional de que el diagrama de la antena varía espacialmente cuando gira la antena alrededor del eje de elevación o acimutal con respecto a la antena objetivo y su entorno, ya que el diagrama de la antena correspondiente a antenas que no son simétricas a la rotación igualmente no es simétrico a la rotación.

En particular en aplicaciones sobre soportes móviles, como aeronaves, que pueden recorrer grandes distancias geográficas, se presenta por lo tanto en la comunicación con satélites el problema del "sesgo (skew) geográfico".

Este problema es debido a que en un sistema de posicionamiento de 2 ejes la apertura de la antena con su eje acimutal siempre se encuentra en el plano de la aeronave. El plano de la aeronave es usualmente un plano tangencial a la superficie de la tierra. Si entonces no se encuentran la posición de la aeronave y la posición del satélite en la misma longitud geográfica, entonces la apertura de la antena, cuando la misma está orientada al satélite, siempre está girada en un determinado ángulo, que depende de la longitud geográfica, respecto al plano de la órbita de Clarke.

Puesto que la anchura del haz principal de aperturas de antena de bajo perfil aumenta cada vez más al aumentar el giro alrededor del eje del haz (partiendo de la posición acimutal normal), debe reducirse sucesivamente la densidad de potencia espectral en el servicio de emisión de la antena en el FSS ("Fixed Satellite Service", servicio fijo por satélite), para seguir garantizando un funcionamiento conforme a normas.

5

En el FSS se presenta el caso más desfavorable cuando el soporte móvil se encuentra por debajo del ecuador o en las proximidades del mismo. Entonces tiene el haz principal respecto a la tangente en la órbita geoestacionaria en el lugar del satélite objetivo la máxima anchura y puede producirse una irradiación no permitida de satélites vecinos.

10 También en la recepción resultan entonces problemas considerables, porque junto con las señales de los satélites objetivo se reciben las señales de satélites vecinos y a través del diagrama de antena ya no se realiza prácticamente ninguna discriminación. Las señales de los satélites vecinos actúan entonces como señales parásitas (ruidos), que se superponen a la señal útil y corrompen la misma. La velocidad de datos que puede lograrse en la recepción desciende fuertemente en este caso.

15

Ambos conceptos, reducción de la densidad de potencia espectral de la señal de emisión e interferencia con satélites vecinos en la señal de recepción, dan lugar a que en el FSS no puedan operar en las proximidades del ecuador, o sólo puedan hacerlo con una considerable pérdida de rendimiento, antenas de bajo perfil sobre sistemas de posicionamiento de 2 ejes.

20

En la literatura de patentes, documentos US 2014/225768 A1, US 7 095 376 B1 y US 2011/068989 A1 se describen sistemas de posicionamiento que tematizan la necesidad del giro alrededor de tres ejes e indican el ángulo de giro mínimo necesario. Del documento US 2007/146222 A1 pueden tomarse distintas formas de apertura y el documento US 2006/114164 A1 indica soluciones de accionamiento para componentes de un sistema de antenas.

25

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Es un objetivo de la invención superar las dificultades antes citadas en el posicionamiento de antenas.

30 El objetivo se logra con un sistema de posicionamiento con las características de la reivindicación 1. Ventajosas configuraciones del dispositivo se indican en las otras reivindicaciones.

Para ello incluye el sistema de posicionamiento para una apertura de antena según la invención, en particular para una antena de bajo perfil, una abrazadera, a la que está fijada tal que puede girar la apertura de la antena a lo largo de un primer eje. La abrazadera está fijada a su vez en un segundo eje a un segundo cojinete de giro, que está apoyado en un tercer eje tal que puede girar sobre una plataforma de posicionamiento. La propia plataforma de posicionamiento está apoyada en el vehículo y/o el tercer cojinete de giro está unido rígidamente con el vehículo.

35

Según la figura 2 forman entonces los tres ejes A, B, C del sistema de posicionamiento un sistema ortogonal completo, que permite orientar la apertura de la antena 1 hacia una antena objetivo incluso en un espacio constructivo limitado en cuanto a altura siempre de la manera óptima adaptada a las circunstancias.

40

La abrazadera que puede girar posibilita el movimiento alrededor del segundo eje y logra un distanciamiento de la apertura de la antena respecto a la plataforma de posicionamiento, con lo que su movimiento alrededor del segundo eje puede realizarse sin obstáculos en base a la plataforma de posicionamiento. La abrazadera para fijar la apertura de la antena puede tener dos brazos o incluir sólo un brazo, que entonces se asienta más bien en el centro geométrico o en el centro de gravedad másico de la apertura de la antena.

45

Según una variante ventajosa de la invención forman el primer eje respecto al segundo eje, así como el segundo eje respecto al tercer eje, un ángulo oblicuo, es decir, diferente del ángulo recto. La disposición de los ejes con un ángulo oblicuo es el caso preferido para volúmenes constructivos en general. Una disposición en ángulo recto es más bien un caso especial. En la práctica tienen desde luego la mayoría de volúmenes constructivos de antenas para aeronaves en cualquier caso forma cilíndrica por unidades (y entonces preferentemente con una disposición en ángulo recto de los ejes). No obstante, en volumen esférico o volumen de segmento de esfera se utilizan usualmente disposiciones con ángulo oblicuo. Esto es debido en la mayoría de los casos a que el sistema puede entonces equilibrarse mejor en cuanto a pesos.

50

Contrariamente a los sistemas de posicionamiento de 3 ejes conocidos hasta ahora, no corresponden los 3 ejes de un sistema de posicionamiento según la invención a los ejes genéricos acimutales, de elevación y de haz de la antena ("ejes skew"). Puesto que, no obstante, los tres ejes de un sistema de posicionamiento según la invención representan un sistema ortogonal completo, pueden recuperarse los ejes genéricos mediante una transformación unitaria. Con ello resultan los ajustes angulares en relación con los tres ejes del sistema de posicionamiento según la invención de los ángulos acimutales, de elevación y skew genéricos inequívocamente mediante el correspondiente giro unitario en el espacio tridimensional. Cuando se trata de ángulos rectos, puede realizarse esta transformación más fácilmente, pero pueden tenerse en cuenta también ángulos que se desvían entre sí de una disposición perpendicular de los ejes, para lograr un mejor equilibrio másico.

60

65

En general exige un giro genérico sencillo alrededor del eje acimutal (giro acimutal) evidentemente un giro simultáneo alrededor de los tres ejes del sistema de posicionamiento según la invención. Lo mismo es válido en relación con giros de elevación y skew genéricos. La transformación de coordenadas necesaria puede no obstante implementarse algorítmicamente con facilidad.

En comparación con los sistemas de posicionamiento de 3 ejes conocidos hasta ahora, que están constituidos por ejes genéricos, tiene un sistema de posicionamiento según la invención una serie de ventajas esenciales:

10 1. Debido a la disposición novedosa de los ejes, queda muy limitada la zona angular en la que ha de realizarse el giro alrededor del segundo eje. Ventajosamente puede limitarse la zona angular del movimiento alrededor del segundo eje a aprox. $\pm 20^\circ$. La componente principal de un giro skew, cuya zona angular genérica es de $\pm 90^\circ$, se logra mediante un giro alrededor del tercer eje. Puesto que la zona angular del tercer eje es $n \times 360^\circ$ ($n = \infty$) (véase el giro acimutal genérico) esto significa una considerable simplificación de la mecánica.

15 2. En una disposición genérica de los tres ejes (no según la invención) la zona angular usualmente necesaria para el giro acimutal es $n \times 360^\circ$ ($n = \infty$), para el giro de elevación de 0° a 90° y para el giro skew de -90° a $+90^\circ$. En un espacio constructivo limitado en cuanto a altura sólo puede impedirse mediante el sistema de control de software que la apertura de la antena no abandone el volumen del espacio constructivo, es decir, por ejemplo, choque con un radom aerodinámico. Los bloqueos mecánicos ("hard-stops") no pueden implementarse. Caso contrario ya no podría orientarse la antena óptimamente. No obstante, por razones de seguridad sería extremadamente crítica una simple definición de software del volumen de movimiento ("swept volumen").

25 Una disposición de los ejes según la invención prevé por el contrario la implementación de un bloqueo mecánico (tope), que limita la zona angular alrededor del segundo eje. Así puede excluirse con fiabilidad, incluso cuando falla el sistema de control, que la apertura de la antena abandone el volumen de movimiento definido.

30 3. En particular para antenas en aeronaves son muy elevadas las exigencias en cuanto a la resistencia a la vibración. Tal como se ha comprobado mediante numerosas simulaciones, una disposición según la invención es bastante más tolerante frente a vibraciones que las disposiciones genéricas conocidas. Esto hace posible utilizar aperturas de antenas que tienen un peso bastante inferior, ya que se necesita tomar bastante menos medidas estructurales. También son ahora posibles, con el sistema de posicionamiento según la invención, aperturas de antena en forma constructiva ligera, por ejemplo, con aluminio o fibras de carbono. Cuando la apertura de la antena es más ligera, entonces el sistema de posicionamiento debe absorber menos fuerzas durante el servicio y puede por lo tanto dimensionarse más ligero en cuanto al peso. En conjunto resultan en base a las aperturas de antenas más ligeras y sistemas de posicionamiento más ligeros ventajas considerables en cuanto a peso respecto a sistemas conocidos.

40 4. La disposición de los ejes el sistema de posicionamiento según la invención permite formas constructivas bastante más compactas. Puesto que la zona angular necesaria alrededor del segundo eje es relativamente pequeña y el correspondiente ángulo sólo varía lentamente durante el funcionamiento, son poco costosos los engranajes y motores necesarios. Además, recorre la apertura de la antena durante el funcionamiento una zona bastante menor del volumen del espacio constructivo que en disposiciones genéricas. Esto hace posible alojar adicionalmente sin problemas módulos funcionales necesarios, como caja de control de antenas o electrónica de seguimiento de polarización, sobre una plataforma de posicionamiento típica.

50 Con preferencia se realiza la fijación de la apertura de la antena con la abrazadera en dos lados opuestos de la apertura de la antena. La abrazadera tiene para ello dos brazos. Con ello puede girar la apertura de la antena entre los brazos de la abrazadera sin más aplicación en cuanto a altura. Éste es en particular el caso cuando la fijación de la apertura de la antena se realiza en los lados pequeños mediante en cada caso un primer cojinete de giro y por ejemplo se acciona mediante un accionamiento directo.

Otras configuraciones ventajosas prevén que un soporte fije el segundo cojinete de giro a un tercer cojinete de giro y el tercer cojinete de giro esté dispuesto sobre la plataforma de posicionamiento. Con ello tiene la apertura de la antena una altura suficiente sobre la plataforma de posicionamiento para ejecutar ligeros movimientos de giro alrededor del segundo eje. Al respecto favorece que la apertura de la antena tenga una forma oval u oval escalonada, con preferencia con una relación entre altura y anchura de $1: \geq 4$.

60 Puede reducirse aún más la altura constructiva cuando un tercer accionamiento está dispuesto perpendicular a la plataforma de posicionamiento y acciona a través de una corona dentada dispuesta bajo la plataforma de posicionamiento el tercer cojinete de giro. La antena puede cubrirse entonces mediante un radom, que tiene una forma de fuente y que en funcionamiento sólo genera resistencias aerodinámicas bajas.

65 Alternativamente a accionamientos en los cojinetes de giro, puede ejecutarse un movimiento de giro alrededor del primer eje y/o un movimiento de giro de la abrazadera sobre el segundo eje mediante un actuador lineal.

Al estar limitados los escenarios de movimiento para los primeros cojinetes de giro y el segundo cojinete de giro, resultan los mismos adecuados para realizar un accionamiento mediante un accionamiento directo, que no precisa de ningún engranaje y con ello sigue ahorrando peso.

5 En el tercer cojinete de giro se integra ventajosamente un pasador de giro de alta frecuencia dispuesto esencialmente en el centro, que conduce señales de alta frecuencia desde y hacia la apertura de la antena, preferentemente para dos canales de alta frecuencia. Con ello se favorece el giro pleno de 360° de este cojinete de giro. El pasador de giro de alta frecuencia integrado en el tercer cojinete de giro puede así también tener un encapsulado más ligero y protegerse adecuadamente frente a una entrada de humedad. Con preferencia se integran
10 en el tercer cojinete de giro además dos o más pares de anillos rozantes separados para la alimentación eléctrica de los accionamientos de las otras partes móviles y para fines de control. Para los demás enlaces de alta frecuencia para la apertura de la antena son adecuados conductores coaxiales flexibles, ya que usualmente el segundo cojinete de giro y el primer cojinete de giro sólo ejecutan giros muy limitados y los conductores coaxiales flexibles pueden seguir estos movimientos fácilmente.

15 Se ha comprobado que es ventajoso que el accionamiento se realice en los cojinetes de giro mediante motores eléctricos sin escobillas.

Al ser menores las vibraciones observadas, es posible utilizar estructuras de aluminio o incluso de fibra de vidrio en
20 el soporte y/o la abrazadera, etc., las cuales implican una ventaja adicional en cuanto a peso.

El sistema de posicionamiento descrito puede utilizarse en un sistema de antenas con una primera y una segunda antenas, que utilizan una plataforma de posicionamiento común y de las cuales al menos una utiliza un sistema de posicionamiento según la invención. Con ello sólo se necesita muy poco espacio constructivo adicional y ambas
25 antenas pueden montarse bajo un radom común. Las dos antenas pueden crear ventajosamente los siguientes escenarios de aplicación.

Una posibilidad es que la primera antena opere en la banda Ka y la segunda antena en la banda Ku. Con ello y en función de la disponibilidad o los costes del enlace por satélite en la banda Ka o Ku, puede elegirse en cada caso la
30 preferida. En cada caso la otra antena no tiene función alguna durante el funcionamiento y solo gira a la vez.

O la otra posibilidad es que ambas antenas operen en paralelo una a otra en la misma banda de frecuencias, es decir, por ejemplo, en la banda Ka o la banda Ku o la banda X. En la mayoría de las posiciones de la aeronave desde el ecuador hasta latitudes nórdicas de 48°, el ángulo de elevación de la antena hacia un satélite
35 geostacionario en las proximidades del ecuador es de sólo hasta 30°. Así pueden orientarse también ambas antenas simultáneamente a los satélites y operar en paralelo. Con ello mejora la relación señal/ruido y puede aumentar la velocidad de transmisión de datos.

Otro uso ventajoso del sistema de antenas se refiere a una sincronización de ambas antenas. En una disposición
40 simétrica de ambas antenas alrededor del tercer eje de giro, un movimiento sincrónico de ambas antenas también alrededor del primer y el segundo ejes de giro (el llamado funcionamiento butterfly o mariposa) aporta adicionalmente la ventaja de que no actúa ningún impulso de giro adicional sobre el sistema de antenas y se minimizan las fuerzas sobre motor y engranaje.

Además, quedan patentes otras ventajas y características de la presente invención en la presente descripción de formas de realización preferidas. Las características allí descritas pueden realizarse aisladamente o en combinación con una o varias de las características antes mencionadas, siempre que las características no se contradigan. La siguiente descripción de las formas de realización preferidas se realiza al respecto con referencia a los dibujos
45 adjuntos.

50 **BREVE DESCRIPCION DE LAS FIGURAS**

La figura 1 muestra un sistema de posicionamiento según el estado de la técnica.

55 La figura 2 muestra un sistema de posicionamiento según la invención con tres ejes.

Las figuras 3 y 4 muestran un sistema de posicionamiento según la invención bajo un radom.

Las figuras 5 a 8 muestran un sistema de posicionamiento según la invención en distintas posiciones de la apertura
60 de la antena.

La figura 9 muestra la disposición de los cojinetes de giro de un sistema de posicionamiento según la invención.

La figura 10 muestra un pasador de alta frecuencia en el tercer cojinete de giro.

65 La figura 11 muestra un sistema de posicionamiento según la invención con accionamientos directos.

La figura 12 muestra el uso de un actuador lineal.

La figura 13 muestra un sistema de antenas con dos antenas.

5

EJEMPLOS DE REALIZACIÓN

La figura 3 muestra la vista frontal de la apertura de antena 1 para un ángulo de elevación de 0° y una limitación de volumen de movimiento típica mediante un radom 18. La figura 4 muestra cómo mediante una limitación mecánica, por ejemplo, un tope 21, puede delimitarse la zona angular del giro alrededor del segundo eje, con lo que la apertura de antena 1 no abandona el volumen de movimiento.

En las figuras 5 a 8 se representan diversos escenarios de orientación, que muestran que el movimiento del sistema de posicionamiento puede realizarse en un volumen de movimiento muy pequeño. La orientación de la apertura en la figura 5 representa por ejemplo una situación en la que la antena se encuentra bajo del ecuador, pero el grado de longitud de la posición de la antena y el del satélite objetivo son diferentes. En una tal situación, con un posicionador de 2 ejes no puede orientarse la apertura de la antena con su eje largo en paralelo al ecuador, sino sólo con su eje pequeño. No obstante, el haz principal de la antena es entonces muy ancho y usualmente se encuentran varios satélites en el haz. Cuando se trata de recepción, recibe la antena simultáneamente las señales de varios satélites, lo cual origina una indeseada superposición y una degradación significativa de la señal del satélite objetivo. Cuando se trata de emisión, usualmente debe reducirse fuertemente la potencia de emisión, ya que caso contrario se irradian a la vez satélites vecinos del satélite objetivo, lo cual es contrario a las normas.

Tal como se representa en la figura 5, con un sistema de posicionamiento según la invención, con ayuda del eje B, puede orientarse también en una tal situación la apertura de la antena óptimamente, es decir, con su eje largo en paralelo al ecuador. El ángulo de elevación del satélite corresponde entonces aquí al ángulo alrededor del segundo eje B (unos 20°) y ya no al ángulo alrededor del primer eje A, que aquí es entonces de 90° . El ángulo acimutal del satélite objetivo corresponde en este caso especial al ángulo alrededor del tercer eje C.

En las figuras 6 a 8 se representan a modo de ejemplo otras posibilidades de orientación, todas las cuales pueden realizarse dentro del mismo espacio constructivo. Tal como antes se ha indicado, resulta en estos casos generales la orientación a un satélite objetivo con ángulo acimutal α y ángulo de elevación β mediante un giro α' alrededor del eje C, un giro β' alrededor del eje A y un giro σ alrededor del eje B, con lo que $\alpha = \alpha(\alpha', \beta', \sigma)$ y $\beta = \beta(\alpha', \beta', \sigma)$. Puesto que este sistema de ecuaciones coincide, pueden elegirse además α' , β' y σ tal que se minimiza el ángulo que forman el eje principal largo de la apertura de la antena y la tangente a la órbita geoestacionaria en el lugar del satélite objetivo. Con ello queda siempre garantizado que la apertura de la antena respecto a su diagrama de antena, bajo la condición marginal del volumen de movimiento limitado, está orientada óptimamente al satélite objetivo.

Tal como puede verse claramente en estas figuras, para un aprovechamiento óptimo del volumen de movimiento disponible es a menudo ventajoso no utilizar aperturas de antena exactamente rectangulares. Son más adecuados factores de forma ovales o escalonados, en particular radoms aeronáuticos.

En determinadas formas de aperturas o formas del volumen de movimiento, puede ser ventajoso además que los correspondientes planos, que recorren los ejes al girar alrededor del correspondiente eje siguiente, y este eje siguiente, no sean perpendiculares entre sí.

Tales disposiciones pueden aprovechar aún mejor el volumen de movimiento disponible por ejemplo cuando no se trata de un simple volumen cilíndrico (es decir, por ejemplo, de un volumen troncocónico, un volumen de elipsoide de rotación o un volumen con estricciones). También puede ser más favorable para minimizar el momento de inercia, es decir, para minimizar la carga dinámica de los ejes durante el funcionamiento, que los planos de movimiento no sean perpendiculares entre sí. El sistema de coordenadas que puede asociarse a los ejes es entonces de ángulos oblicuos. La disposición funciona siempre que los vectores que forman el sistema de coordenadas sean linealmente independientes entre sí en el espacio tridimensional.

55

Un tal sistema de posicionamiento se caracteriza porque tiene tres ejes, que están dispuestos tal que está montada en un primer eje una apertura de la antena que se encuentra en un plano perpendicular a la dirección de radiación principal y que puede hacerse girar alrededor de ese eje, el primer eje está montado en un segundo eje, el segundo eje está montado en un tercer eje y los ejes están unidos entre sí tal que el plano que recorre el segundo eje al girar alrededor del primer eje y el plano que recorre el primer eje al girar alrededor del segundo eje forman un ángulo distinto de cero y el plano que recorre el segundo eje al girar alrededor del tercer eje y el plano que recorre el tercer eje al girar alrededor del segundo eje forman un ángulo distinto de cero.

Una realización preferida se dibuja esquemáticamente en la figura 9. La apertura de la antena 1 está montada con dos brazos en dos lados pequeños opuestos con respectivos primeros cojinetes de giro 2 en una abrazadera 3 con forma de U, apoyada esencialmente en el centro (para aperturas con una distribución heterogénea de la masa

65

puede montarse la abrazadera, debido a la tara del peso, también ligeramente desplazada del centro geométrico, pero en el centro en relación con la masa). El estator del cojinete de giro 2 se encuentra en cada caso sobre la abrazadera 3 y el rotor en el lado correspondiente de la apertura de la antena 1 (no se representa separadamente), con lo que la apertura de la antena 1 puede hacerse girar alrededor del primer eje, que pasa por ambos primeros
5 cojinetes de giro 2, en la abrazadera 3. Puesto que en la apertura de la antena plana representada en la figura 9 la dirección de radiación principal es perpendicular a la superficie de la apertura (plano de la apertura), se encuentra el primer eje en un plano perpendicular a la dirección de radiación principal.

La abrazadera 3 está fijada en el lado que no corta el primer eje con un segundo cojinete de giro 4 en un soporte 5,
10 encontrándose el rotor del segundo cojinete de giro 4 en la abrazadera 3 y el estator en el soporte 5 (no se representa separadamente). El soporte 5 está fijado con ayuda de una plataforma de posicionamiento 6 al rotor de un tercer cojinete de giro 7. El estator del tercer cojinete de giro 7 usualmente está unido rígidamente con la estructura del soporte móvil del sistema de antenas.

15 En una forma de realización preferida está diseñado el tercer cojinete de giro 7 tal que el mismo tiene en el centro una abertura, en la que pueden alojarse pasadores de giro de alta frecuencia y pasadores de giro de anillos rozantes. La figura 10 muestra esquemáticamente a modo de ejemplo una estructura de un tal tercer cojinete de giro 7 encapsulado, en sección transversal.

20 El tercer cojinete de giro 7 está compuesto por un estator 12 y un rotor 10, los cuales están unidos mediante un cojinete 11. El cojinete 11 puede estar realizado por ejemplo como cojinete polímero, cojinete de bolas o cojinete de agujas. En el eje de giro del cojinete de giro 7 está montado un pasador de giro de alta frecuencia 8. El estator del pasador de giro de alta frecuencia 8 está unido por sus conexiones 8b (aquí por ejemplo con dos canales) con el estator 12 del cojinete de giro 7. El rotor del pasador de giro de alta frecuencia 8 está unido por sus conexiones 8a
25 con el rotor 10 del cojinete de giro 7. Además del pasador de giro de alta frecuencia 8, existen en el centro del cojinete de giro 7 anillos rozantes 9a, 9b con sus conexiones para la alimentación eléctrica y el control de los accionamientos, perteneciendo las conexiones 9a con el rotor 10 y las conexiones 9b con el estator 12 al pasador de giro 7. Los cuerpos rozantes 13 realizan entonces un contacto galvánico entre las conexiones del rotor 10 y las del estator 12.

30 Se representan a modo de ejemplo 3 pares de anillos rozantes para 3 canales. Para reducir la carga de corriente, está dividido cada canal en 2 subcanales. Así fluye a través de los cuerpos rozantes (críticos) en cada caso sólo la mitad de la corriente. A menudo se realiza también una división en > 2 subcanales.

35 La conducción de la señal se realiza igualmente a través de los anillos rozantes. En función de las exigencias, tienen configuraciones típicas de anillos rozantes aprox. 8 – 32 canales. De ellos, unos 4 – 6 son para la alimentación eléctrica, uno a menudo extra para la conexión a masa y el resto para fines de control.

Los tres ejes del sistema de posicionamiento están dotados de respectivos accionamientos motorizados, con lo cual
40 puede ajustarse el ángulo de inclinación alrededor de los ejes para cada eje. Los motores son con preferencia motores eléctricos, en particular motores eléctricos sin escobillas.

El accionamiento para un giro alrededor del tercer eje está montado con preferencia en la plataforma de posicionamiento 6, ya que así se aprovecha de la forma más eficiente el espacio constructivo y está dotado de un
45 engranaje, que permite una orientación muy exacta.

Tal como se representa en la figura 11 a modo de ejemplo, está montado el accionamiento 15, para un giro alrededor del tercer eje, ventajosamente vertical en perpendicular a la plataforma de posicionamiento 6 y su engranaje engrana en una corona dentada 19 (véase la figura 3), que se encuentra en el lado inferior de la
50 plataforma de posicionamiento 6. Esta disposición tiene la ventaja de que diseñando correspondientemente la corona dentada 19 pueden lograrse resoluciones angulares muy altas. Además, puede acoplarse un motor de accionamiento directamente con un resolutor (sensor de resolución angular) en forma constructiva compacta.

El accionamiento 16 para un giro alrededor del segundo eje puede diseñarse como accionamiento directo “direct
55 drive”. Es decir, aquí no es necesario ningún engranaje, porque el eje puede accionarse directamente.

Un motor de accionamiento 17 para el giro alrededor del primer eje puede montarse en la abrazadera o sobre la misma. Para no limitar el volumen de movimiento mediante el accionamiento 17, es ventajoso aquí utilizar una transmisión de correa o un engranaje de barra para accionar el primer eje. Alternativamente puede utilizarse también
60 un accionamiento directo.

En lugar de motores eléctricos pueden utilizarse también para el giro alrededor del segundo y del primer eje actuadores lineales 14. Esto se representa esquemáticamente en la figura 12. El cuerpo de elevación del actuador lineal 14 está fijado a la abrazadera 3 y la base a la plataforma de posicionamiento 6. También con esta disposición
65 puede realizarse el ajuste angular de la abrazadera 3 alrededor del segundo eje B de manera sencilla. Puesto que en disposiciones típicas la zona angular alrededor del segundo eje sólo es de aprox. $\pm 20^\circ$, no se necesita ningún

motor con engranaje. Esto significa una gran simplificación de la disposición.

De la misma manera puede realizarse el ajuste angular alrededor del primer eje con un actuador lineal. También aquí la zona angular necesaria en disposiciones usuales sólo es de 0° a 90°. También puede pensarse en 5 disposiciones con varios actuadores para cada eje.

La figura 13 muestra un sistema de antenas con una primera antena 31 y una segunda antena 32, que utilizan una plataforma de posicionamiento 6 común. Los sistemas de posicionamiento de ambas antenas 31, 32 están configurados con preferencia según las variantes de las figuras 1 a 12. No obstante ambas antenas 31, 32 no tienen 10 que tener la misma estructura. Así puede pensarse también en utilizar otros mecanismos de posicionamiento. No obstante, hay que tener en cuenta que el peso y la disposición de las antenas se eligen tal que en un movimiento de la plataforma de posicionamiento 6 alrededor del tercer eje no resulte ningún desequilibrio.

Las antenas pueden diseñarse en cuanto a su apertura para la misma banda de frecuencias, en particular banda X, 15 banda Ka o banda Ku. El dimensionamiento de la apertura se describe por ejemplo en los documentos WO2010/124867A1 y WO2014/005699A1. En este caso, en determinados escenarios angulares respecto al satélite, pueden orientarse y operarse ambas antenas 31, 32 en paralelo respecto al satélite. Las corrientes de las señales a través de ambas antenas 31, 32 se combinan a continuación en un equipo emisor/receptor no representado, cuando se trata de recepción, y se reparten cuando se trata de emisión.

20 Alternativamente a ello, puede operar la primera antena en la banda Ka y la segunda antena en la banda Ku. De esta manera puede elegirse, en función de la disponibilidad o de los costes del enlace con el satélite en la banda Ka o Ku, la más favorable en cada caso en cuanto a potencia y costes. Al respecto hay que tener en cuenta que las antenas que entonces son diferentes en cuanto a la apertura, han de ajustarse entre sí con preferencia en cuanto a 25 peso y a distribución del peso.

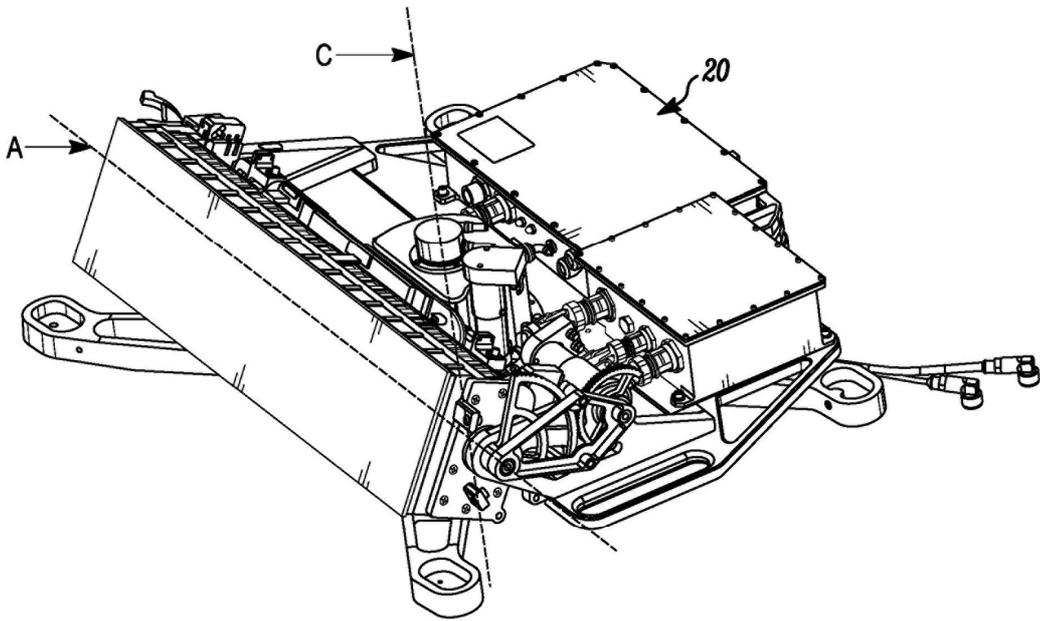
En la disposición simétrica que se pretende en cuanto a peso y a centros de gravedad del peso de ambas antenas 31, 32 alrededor del tercer eje de giro, un movimiento síncrono de ambas antenas 31, 32 también alrededor del primer y del segundo eje de giro (el llamado servicio butterfly) aporta ventajas adicionales. Con independencia de si 30 ambas antenas 31, 32 están en funcionamiento, giran abrazadera y cojinete de giro para el primer y segundo eje de giro de ambas antenas 31, 32 esencialmente en sincronismo. Con ello se minimizan las cargas para motor y engranaje.

LISTA DE REFERENCIAS

35	primer eje	A
	segundo eje	B
	tercer eje	C
	apertura de la antena	1
40	primer cojinete de giro	2
	abrazadera	3
	segundo cojinete de giro	4
	soporte	5
	plataforma de posicionamiento	6
45	tercer cojinete de giro	7
	pasador de giro de alta frecuencia	8
	par de anillos rozantes	9a, 9b
	rotor	10
	cojinete	11
50	estator	12
	cuerpo rozante	13
	actuador lineal	14
	accionamiento para tercer eje	15
	accionamiento para segundo eje	16
55	accionamiento directo para primer eje	17
	radom	18
	corona dentada	19
	módulo para seguimiento de polarización	20
	tope	21
60	primera antena	31
	segunda antena	32

REIVINDICACIONES

1. Sistema de posicionamiento con una apertura de antena (1), donde
- 5 - la apertura de la antena (1) está fijada a lo largo de un primer eje (A) a una abrazadera (3) tal que puede girar,
 - la abrazadera (3) está fijada en un segundo eje (B) a un segundo cojinete de giro (4),
 el segundo cojinete de giro (4) está apoyado en un tercer eje (C) tal que puede girar sobre una plataforma de
 posicionamiento (6),
 el primer eje (A) respecto al segundo eje (B), así como el segundo eje (B) respecto al tercer eje (C) forman
 10 respectivos ángulos oblicuos diferentes de los ángulos rectos, **caracterizado porque** la apertura de la antena (1)
 tiene una forma oval u oval escalonada, el segundo cojinete de giro (4) está dotado de al menos un tope (21), que
 como limitación mecánica limita la zona angular del movimiento de giro de la abrazadera (3) sobre el segundo eje (B)
 a menos de $\pm 90^\circ$, donde al menos un tercer cojinete de giro (7) está dotado esencialmente en el centro de un
 15 pasador de giro de alta frecuencia (8), que conduce señales de alta frecuencia desde y hacia la apertura de la
 antena (1), aportándose con preferencia dos canales de alta frecuencia.
2. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 1, donde el primer eje (A) se encuentra en un
 plano que es perpendicular a una dirección del haz principal.
- 20 3. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 1 o 2, donde el plano que recorre el primer eje (A)
 al girar alrededor del segundo eje (B) es perpendicular al segundo eje (B) y el segundo eje (B) está montado en el
 tercer eje (C) tal que el plano que recorre el segundo eje (B) al girar alrededor del tercer eje (C) es perpendicular al
 tercer eje (C).
- 25 4. Sistema de posicionamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la fijación de
 la apertura de la antena (1) se realiza con la abrazadera (3) en dos lados opuestos de la apertura de la antena (1).
5. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 4, donde la fijación de la apertura de la antena (1)
 se realiza en sus lados pequeños mediante en cada caso un primer cojinete de giro (2).
- 30 6. Sistema de posicionamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un soporte (5)
 fija el segundo cojinete de giro (4) al tercer cojinete de giro (7) y el tercer cojinete de giro está dispuesto sobre la
 plataforma de posicionamiento (6).
- 35 7. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 6, donde un tercer accionamiento (15) está
 dispuesto perpendicular a la plataforma de posicionamiento (6) y acciona a través de una corona dentada (19)
 dispuesta bajo la plataforma de posicionamiento (6) el tercer cojinete de giro (7).
8. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 1, donde el movimiento de giro de la abrazadera
 40 (3) sobre el segundo eje (B) está limitado a menos de $\pm 45^\circ$, con preferencia a menos de $\pm 20^\circ$.
9. Sistema de posicionamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde un movimiento
 de giro de la apertura de la antena (1) alrededor del primer eje (A) y/o un movimiento de giro de la abrazadera (3)
 sobre el segundo eje (B) se ejecuta mediante un actuador lineal (14).
- 45 10. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 5, donde el giro de la apertura de la antena (1) en
 el primer cojinete de giro (2) y/o en el segundo cojinete de giro (4) se acciona mediante un accionamiento directo
 (17, 16).
- 50 11. Sistema de posicionamiento según la reivindicación 5, donde el tercer cojinete de giro (7) incluye al
 menos dos pares de anillos rozantes (9a, 9b) separados y asegura la alimentación eléctrica y/o el control de
 accionamientos del primer y segundo cojinetes de giro (2, 4).
12. Sistema de posicionamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde una
 55 transmisión de señales de alta frecuencia desde la apertura de la antena hasta el pasador de giro de alta frecuencia
 (8) se realiza en el tercer cojinete de giro (7) mediante conductores coaxiales flexibles.
13. Sistema de posicionamiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el
 accionamiento (15, 16, 17) se realiza en los cojinetes de giro (2, 4, 7) mediante motores eléctricos sin escobillas.
- 60



(Estado de la técnica)

FIG. 1

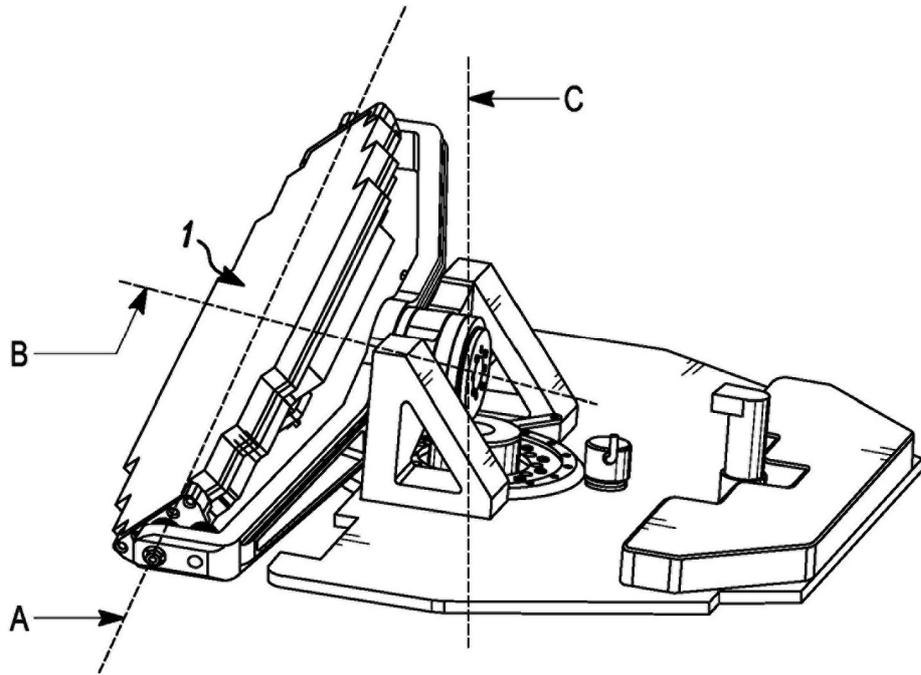


FIG. 2

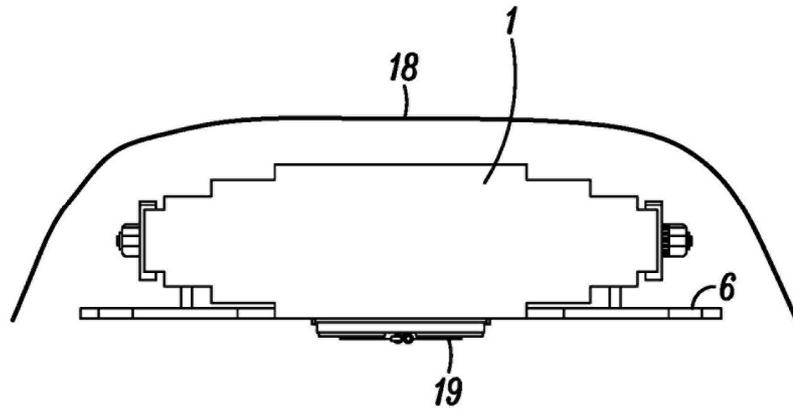


FIG. 3

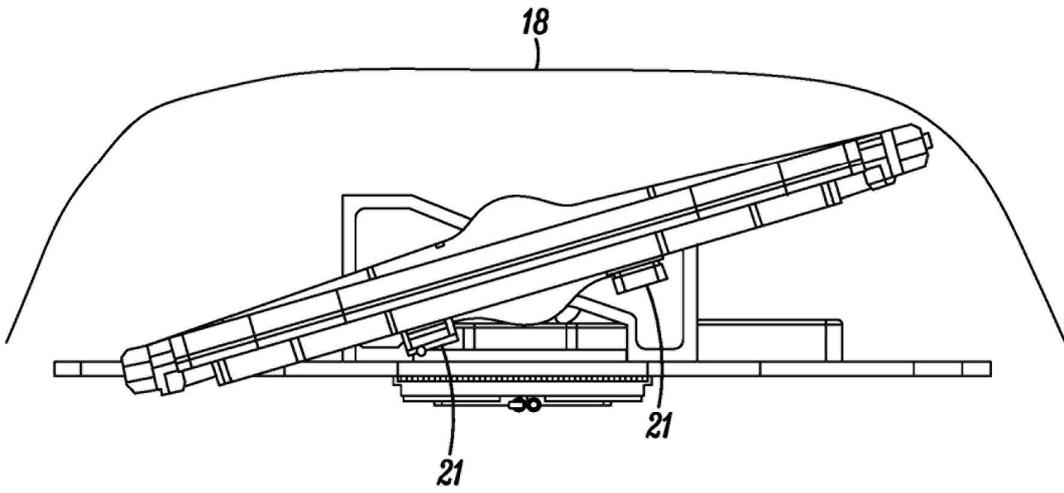


FIG. 4

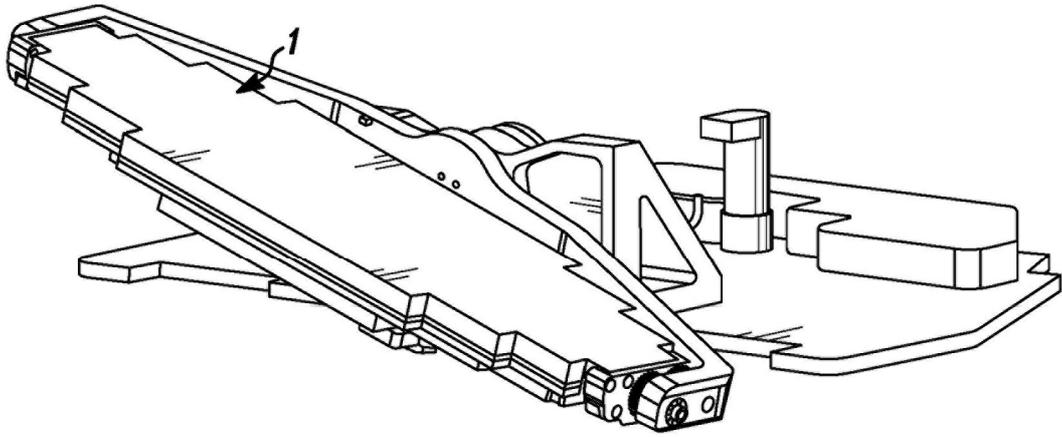


FIG. 5

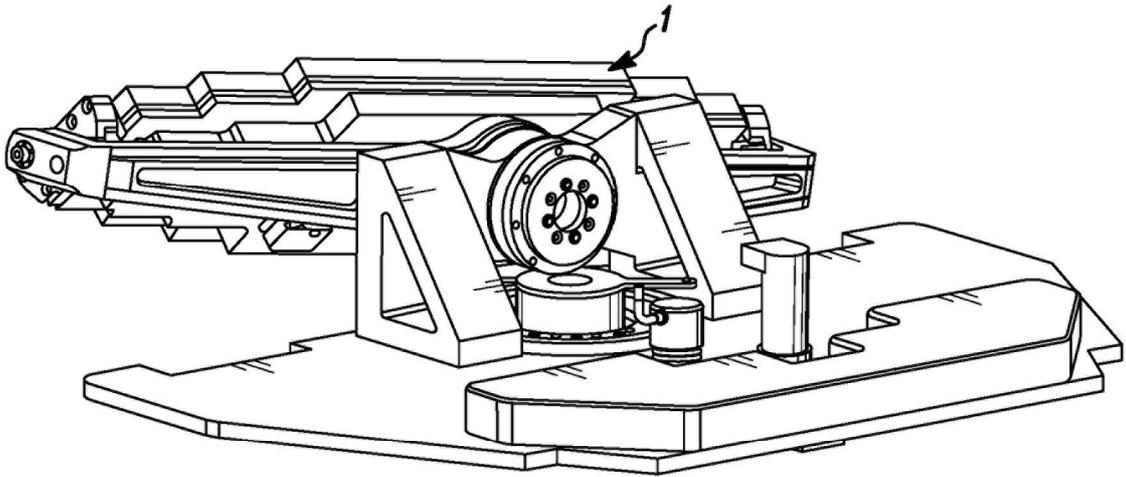


FIG. 6

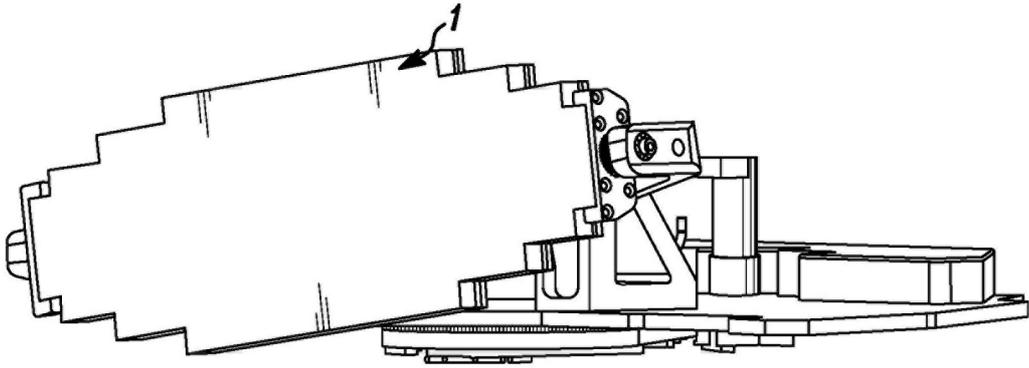


FIG. 7

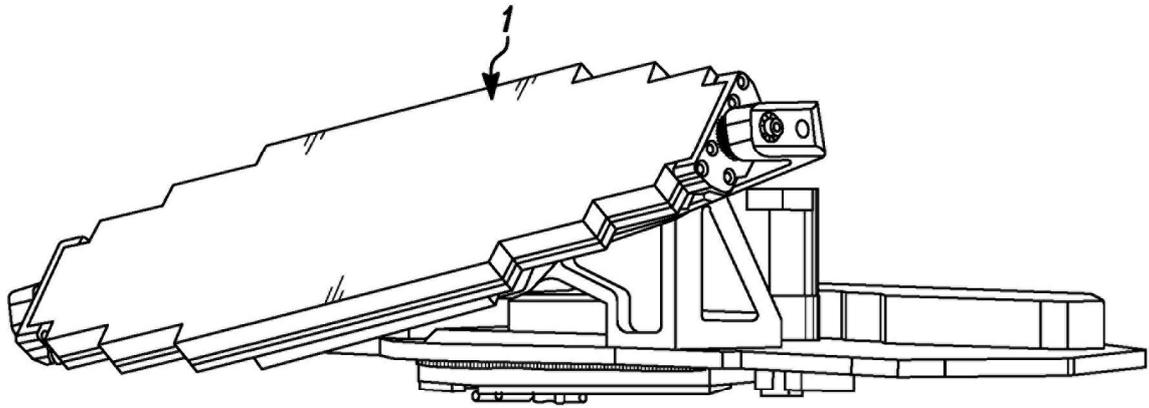


FIG. 8

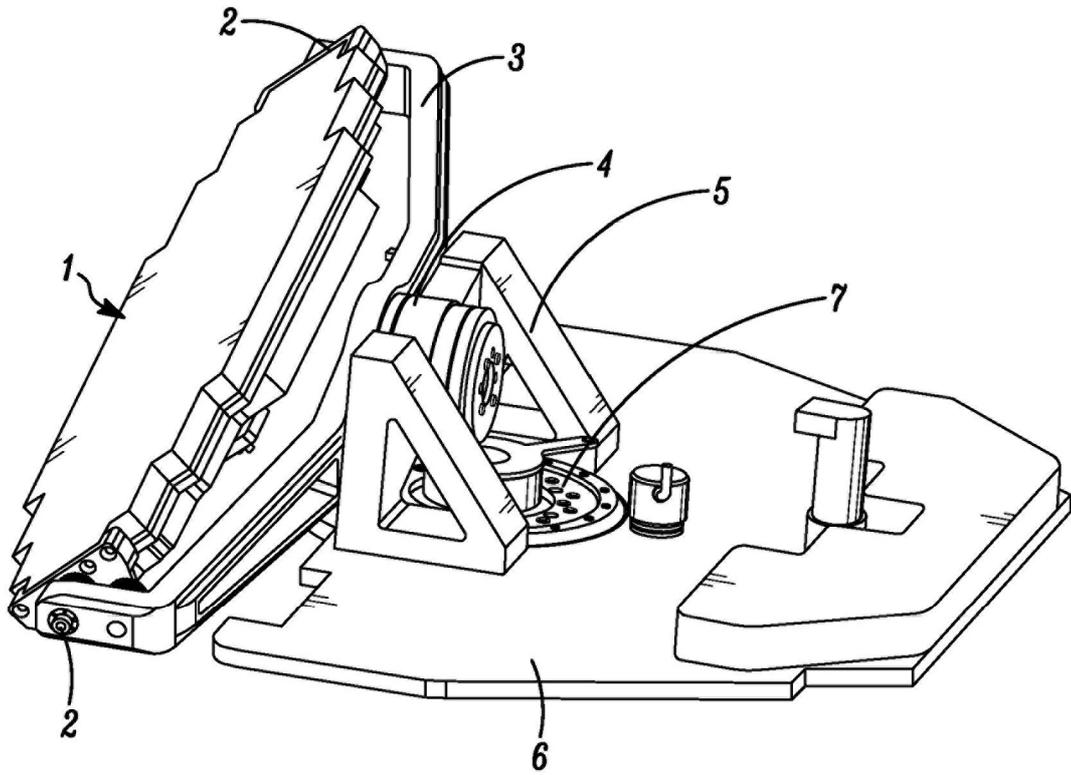


FIG. 9

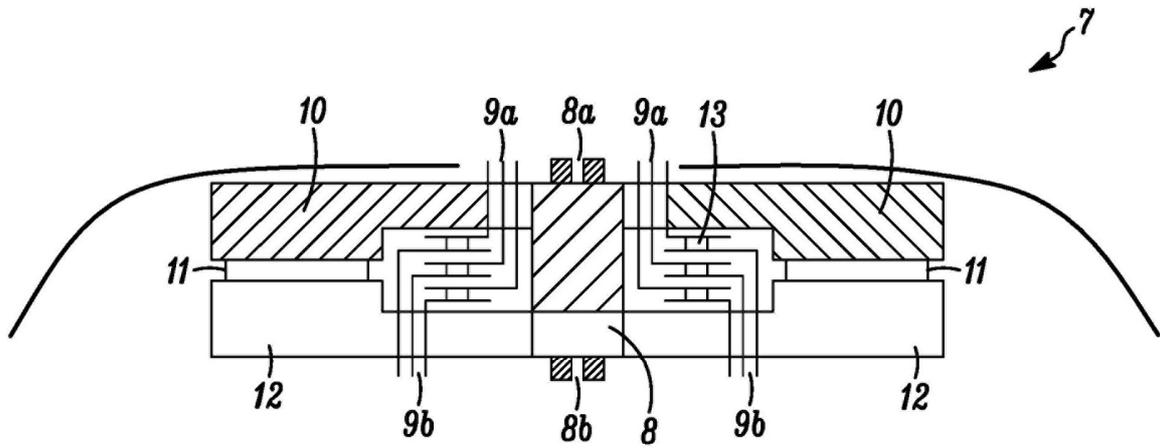


FIG. 10

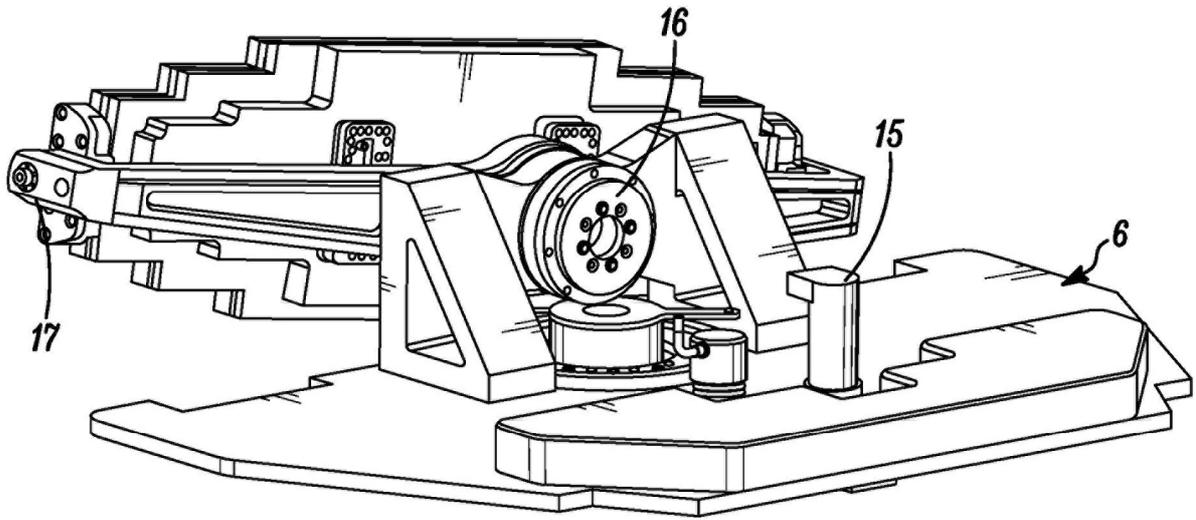


FIG. 11

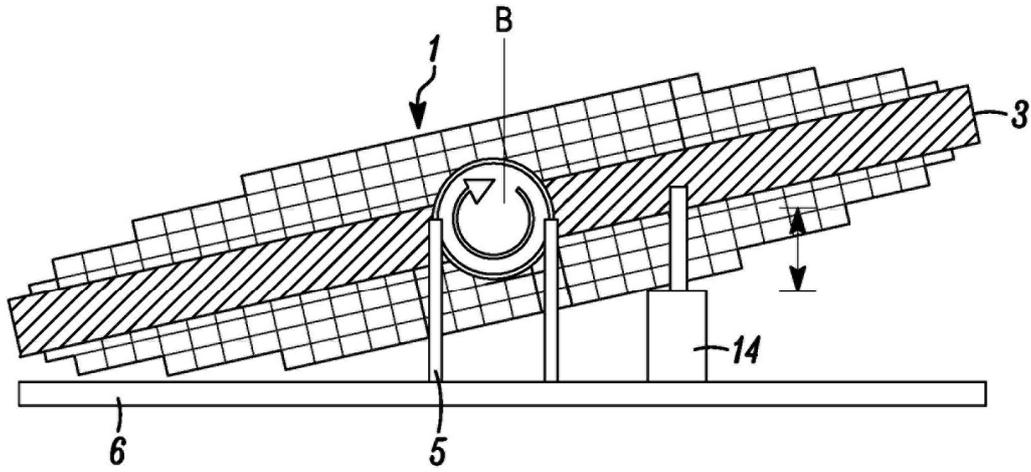


FIG. 12

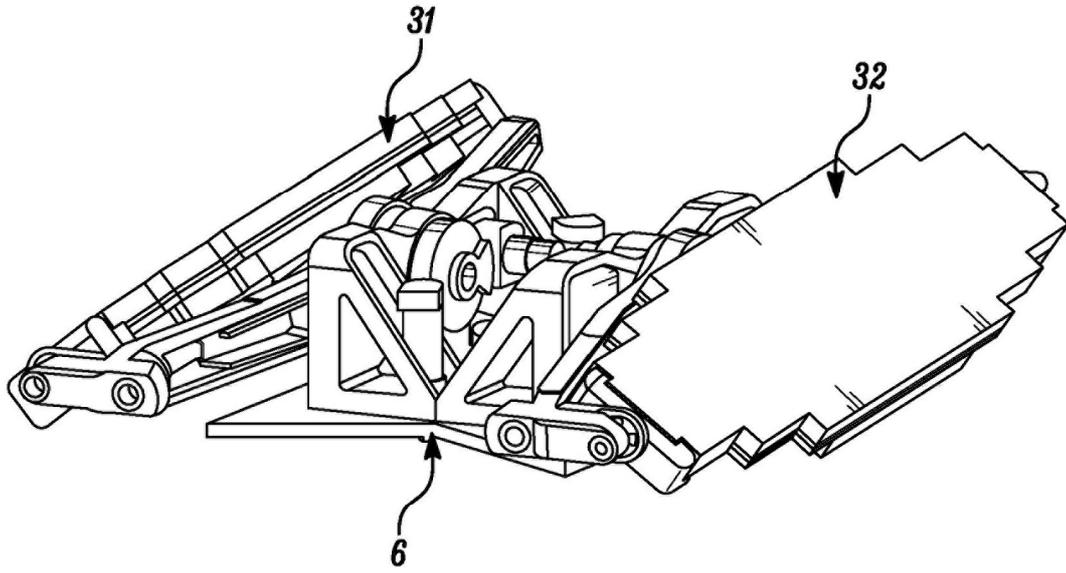


FIG. 13