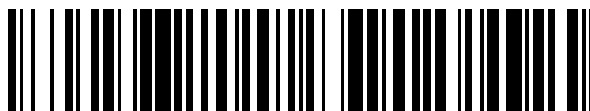


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 691**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/10

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.04.2013** **E 13163597 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014** **EP 2650971**

54 Título: **Antena de reflectores múltiples para satélite de telecomunicaciones**

30 Prioridad:

13.04.2012 FR 1201099

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

14.01.2015

73 Titular/es:

THALES (50.0%)

45, rue de Villiers

92200 Neuilly Sur Seine, FR y

**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES
(CNES) (50.0%)**

72 Inventor/es:

BROSSIER, JÉRÔME;

SCHREIDER, LUDOVIC;

DEPEYRE, SERGE y

CADIERGUES, LAURENT

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 526 691 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

Antena de reflectores múltiples para satélite de telecomunicaciones

La presente invención se refiere a una antena de reflectores múltiples para satélite de telecomunicaciones por radiofrecuencia, y en particular a un dispositivo de conmutación entre varios sub-reflectores destinados a reflejar un haz de ondas entre una fuente y un reflector principal, como por ejemplo una antena gregoriana embarcada en una plataforma de satélites en órbita geoestacionaria.

La duración creciente de la vida útil de los satélites de telecomunicaciones y la evolución de las exigencias asociadas a las diferentes misiones implican el desarrollo de nuevas generaciones de satélites cuyo objetivo es mejorar la flexibilidad de las misiones. Este es el caso particularmente para las antenas de telecomunicaciones y sus mecanismos asociados, para los que se busca por ejemplo el poder elegir entre varias zonas de cobertura y varios planes de frecuencia, y de ese modo dotar de la posibilidad de modificar en órbita las misiones del satélite.

El documento US 6 239 763 B1 describe una antena de 2 sub-reflectores.

Se han concebido varios enfoques para mejorar la flexibilidad de la misión de las antenas de satélites de telecomunicaciones. En un primer enfoque, se concibe una antena activa denominada antena de formación de haz por cálculo. Para mejorar la flexibilidad de la misión, estas antenas permiten apuntar a una superficie geográfica extendida mediante desplazamiento del haz. Sin embargo, esas antenas necesitan un módulo electrónico complejo y costoso. En efecto, este módulo electrónico requiere por ejemplo la integración de numerosos equipamientos de cálculo para determinar la orientación del haz, de elementos radiantes para la formación del haz, de equipos de suministro de energía para alimentar los equipos de cálculo y de equipos que realicen la disipación del calor. La toma en consideración de estos elementos en su conjunto incrementa sensiblemente el coste de concepción así como el coste de lanzamiento al espacio de un satélite equipado de ese modo.

En un segundo enfoque, se concibe un dispositivo de conmutación entre varios sub-reflectores montados sobre un árbol. Mediante la rotación de este árbol con relación al chasis de la estructura de la antena sobre la que se mantienen de manera solidaria un reflector principal y una fuente, se hace posible dirigirse a varias zonas de cobertura del globo terrestre.

En una implementación conocida, el cojinete de rotación del árbol portador de los reflectores está contenido en un plano, normalmente denominado plano focal, que comprende el centro del reflector principal, el centro del sub-reflector y la fuente. Para no interferir con el campo barrido por el haz de ondas de la antena, es necesario unir el árbol portador de los sub-reflectores al chasis de la estructura mecánica por la parte posterior de la antena, generando un importante voladizo. Esta sustentación por la parte posterior impone una estructura mecánica muy rígida, voluminosa y pesada, para que le permita soportar los esfuerzos sufridos por la plataforma de satélite durante su lanzamiento por un aparato lanzador espacial.

Más generalmente, la problemática de la agrupación, que permite mantener en su posición el conjunto de los equipos durante la fase de lanzamiento, y del despliegue, que permite liberar y hacer operacionales los equipos, es determinante. Las soluciones concebidas hoy en día de conmutación entre varios reflectores no responden de manera eficaz a esta problemática.

La presente invención viene a proponer una solución alternativa de dispositivo de conmutación de reflectores de antena que paliar las dificultades de implementación citadas anteriormente.

Con este fin, la invención tiene por objetivo una antena de reflectores múltiples para satélite de telecomunicaciones, que comprende un árbol, sobre el que se fijan al menos dos reflectores, que gira con relación a una estructura portadora, y un motor que comprende un rotor adecuado para arrastrar en rotación al árbol, y un estator fijado a la estructura portadora, **caracterizada porque** la antena de reflectores múltiples comprende además:

- dos cojinetes que permiten la rotación del árbol con relación a la estructura portadora, estando fijados los sub-reflectores sobre el árbol entre los dos cojinetes.
- un filtro mecánico, dispuesto entre el árbol y el rotor, rígido en torsión para permitir al rotor transmitir el movimiento de rotación al árbol, y adecuado para amortiguar los esfuerzos generados por el árbol sobre el motor,
- unos medios de enclavamiento, adecuados para fijar la posición angular del árbol con relación a la estructura portadora, en una primera configuración de almacenamiento, denominada trincada, y para liberar el árbol en rotación por medio del motor, en una segunda configuración operacional, denominada destrincada.

Se comprenderá mejor la invención y surgirán otras ventajas con la lectura de la descripción detallada de los modos de realización dados a título de ejemplo sobre las figuras siguientes.

La figura 1 representa un esquema de principio de una antena de reflectores múltiples según la invención, provista de un reflector principal, de una fuente y de dos reflectores conmutables por rotación, las figuras 2.a y 2.b representan dos modos de realización del sistema de conmutación entre varios sub-reflectores de una antena tal como se ha descrito en la figura 1,

las figuras 3.a, 3.b y 3.c representan unos medios de enclavamiento en la posición trincada (3.a), en posición destrincada (3.c) y en una posición intermedia (3.b) del sistema de conmutación descrito en la figura 2.a, la figura 4 representa en perspectiva una antena de reflectores múltiples según los dos modos de realización de la invención.

5 Por razones de claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

La figura 1 representa un esquema de principio de una antena 1 de reflectores múltiples, que comprende una estructura 2 portadora, sobre la que se fijan un reflector 3 principal y una fuente 4. La antena 1 de reflectores múltiples comprende además un árbol 5, sobre el que se fijan dos sub-reflectores 6 y 7, que giran con relación a una estructura 2 portadora.

10 Se entiende que la invención se puede implementar para una antena que no comprenda un reflector principal. Los sub-reflectores 6 y 7 se convierten entonces en los reflectores que permiten reflejar directamente un haz de ondas entre la fuente 4 y una zona de cobertura.

En la figura 1, el sub-reflector 6 está en su posición operativa, adecuado para reflejar un haz de ondas entre la fuente 4 y el reflector 3 principal. El plano que contiene el punto de emisión de la fuente 4, el centro del sub-reflector 6 y el centro del reflector principal 3 se denomina plano focal de la antena 1 en lo que sigue.

En la figura 1, la antena 1 de reflectores múltiples implementada es del tipo gregoriano. Los sub-reflectores 6 y 7 son de forma sustancialmente elipsoidal y se montan sobre el árbol 5 de manera que presenten su superficie cóncava para la reflexión del haz de ondas entre el reflector 3 principal y la fuente 4.

20 En una configuración alternativa de la presente invención, se implementa una antena 1 de reflectores múltiples del tipo Cassegrain. Se montan uno o varios sub-reflectores de forma sustancialmente parabólica sobre el árbol 5 de manera que presenten su superficie convexa para la reflexión del haz de ondas entre el reflector 3 principal y la fuente 4.

Es posible también fijar sobre el árbol 5 un sub-reflector 6 que presente su superficie cóncava para la reflexión del haz de ondas y un reflector 7 que presente su superficie convexa para la reflexión del haz de ondas, y de ese modo mejorar aún más la flexibilidad de la misión de la antena.

La figura 2.a representa un primer modo de realización del sistema de conmutación entre varios sub-reflectores de una antena tal como se ha descrito en la figura 1.

La antena 1 de reflectores múltiples comprende el árbol 5, sobre el que se fijan los dos sub-reflectores 6 y 7, que giran con relación a la estructura 2 portadora, y un motor 8 que comprende un rotor 9 adecuado para arrastrar en rotación al árbol 5, y un estator 10 fijado a la estructura 2 portadora. El árbol 5 puede girar con relación a la estructura 2 portadora, según un eje X1 de rotación perpendicular al plano focal de la antena.

La antena 1 de reflectores múltiples comprende también:

- dos cojinetes 11 y 12 que permiten la rotación del árbol 5 con relación a la estructura 2 portadora; estando fijados los sub-reflectores 6 y 7 sobre el árbol 5 entre los dos cojinetes 11 y 12.
- 35 - un filtro 13 mecánico, dispuesto entre el árbol 5 y el rotor 9, rígido en torsión para permitir al rotor 9 transmitir el movimiento de rotación al árbol 5, adecuado para absorber los defectos de las alineaciones entre el rotor 9 y el árbol 5, y adecuado para amortiguar los esfuerzos generados por el árbol 5 sobre el motor 8.
- unos medios de enclavamiento 14, adecuados para fijar la posición angular del árbol 5 con relación a la estructura 2 portadora, en una primera configuración de almacenamiento, denominada trincada, y para liberar el árbol 5 en rotación por medio del motor 8, en una configuración operacional, denominada destrincada.

Esta implementación es particularmente ventajosa en la medida en que la estructura en pórtico, formada por medio de los dos cojinetes 11 y 12, colocados de una parte y otra de los sub-reflectores 6 y 7, permiten limitar ampliamente los esfuerzos de voladizo generados, particularmente durante una fase de lanzamiento del satélite. Este no es el caso de las soluciones conocidas que implementan unos dispositivos de conmutación en los que el eje X1 de rotación del árbol 5 está en el plano focal de la antena, implicando soportar el conjunto de los elementos móviles mediante un único extremo, para no interferir con el campo barrido por el haz de ondas de la antena.

Ventajosamente, los dos cojinetes 11 y 12 son de rodamientos mecánicos.

Ventajosamente, el filtro 13 mecánico es un fuelle metálico rígido en torsión, y adecuado para amortiguar los esfuerzos generados por el árbol 5 sobre el motor 10, y particularmente los esfuerzos de traslación y en cortadura así como los momentos de flexión generados durante una fase de lanzamiento del satélite.

Ventajosamente, el filtro 13 mecánico permite igualmente compensar los eventuales defectos de alineación entre el eje X1 de rotación del árbol 5 y el eje de rotación del motor 8.

Ventajosamente, el motor 8 comprende un radiador 15 adecuado para radiar el calor producido por el motor 8

durante su funcionamiento, y adecuado para calentar el motor 8.

Ventajosamente, el radiador 15 es del tipo eléctrico para su función de calentamiento del motor 8.

5 Ventajosamente, los medios 14 de enclavamiento comprenden un vástago 17 solidario con el rotor 9 y una ranura 18 solidaria con la estructura 2 portadora. Este primer modo de realización es particularmente ventajoso porque permite proteger eficazmente al motor 8 de los esfuerzos de torsión entre el rotor 9 y el estator 10 y evitar cualquier movimiento intempestivo en rotación de la parte giratoria durante la fase de lanzamiento del satélite. Los medios 14 de enclavamiento se representan en las figuras 3.a, 3.b y 3.c en una vista en sección según un eje X2 perpendicular al eje X1 y que atraviesa el rotor 9 tal como se ha representado en la figura 2.a.

10 La figura 2.b representa un segundo modo de realización del sistema de conmutación entre varios sub-reflectores de una antena tal como se han descrito en la figura 1.

La antena 1 de reflectores múltiples comprende el árbol 5, sobre el que se fijan los dos reflectores 6 y 7, que giran con relación a la estructura 2 portadora, y el motor 8 que comprende el rotor 9 adecuado para arrastrar en rotación al árbol 5, y el estator 10 fijado a la estructura 2 portadora. El árbol 5 puede girar con relación a la estructura 2 portadora, según un eje X1 de rotación perpendicular al plano focal de la antena.

15 Ventajosamente, la antena 1 de reflectores múltiples comprende también:

- los dos cojinetes 11 y 12,
- el filtro 13 mecánico,
- unos medios 16 de enclavamiento, adecuados para fijar la posición angular del árbol 5 con relación a la estructura 2 portadora, en una primera configuración de almacenamiento, denominada trincada, y para liberar al árbol 5 en rotación por medio del motor 8, en una configuración operacional, denominada destrincada.

20 Ventajosamente, los medios 16 de enclavamiento comprenden un vástago 51 solidario con el árbol 5 y una ranura 52 solidaria con la estructura 2 portadora. Este segundo modo de realización es particularmente ventajoso porque permite fijar en rotación al árbol 5 con relación a la estructura 2 portadora, y también proteger el motor 8 y al filtro 13 mecánico de los esfuerzos de torsión generados por el árbol y los componentes que tiene unidos.

25 Las figuras 3.a, 3.b y 3.c representan los medios 14 de enclavamiento en posición trincada (3.a), en posición destrincada (3.b) y en una posición intermedia (3.c), en una vista en sección según el eje X2 descrito en la figura 2.a.

30 Ventajosamente, los medios 14 de enclavamiento comprenden el vástago 17 solidario con el rotor 9, la ranura 18 solidaria con la estructura 2 portadora, y un resorte 19 de torsión que permite en configuración trincada mantener el vástago 17 en el fondo de la ranura 18; siendo basculado el resorte 19 de torsión en una posición de reposo, en la posición destrincada, por medio del motor 8, permitiendo liberar en rotación al rotor 9.

En la figura 3.a, el resorte 19 de torsión mantiene el vástago 17 en el fondo de la ranura 18. El resorte 19 de torsión se extiende entre el vástago 17 y las dos espigas de sujeción 20 y 21 solidarias con la estructura 2 portadora.

35 En la figura 3.b, el motor 8 es adecuado para producir un esfuerzo suficiente para separar el vástago 17 de la ranura 18 y liberarle del resorte 19 de torsión.

En la figura 3.c, el vástago 17 se libera de la ranura 18 y resorte 19 de torsión. El rotor 9 está libre en rotación. Ventajosamente, el resorte 19 de torsión se mantiene en posición de reposo, en la configuración destrincada, entre las dos espigas de sujeción 20 y 21 y una tercera espiga 22 de reposo solidaria con la estructura 2 portadora.

40 Ventajosamente, el resorte 19 de torsión se mantiene tenso, en configuración trincada, entre el vástago 17 y las dos espigas de sujeción 20 y 21, solidario con la estructura 2 portadora, y se mantiene en posición de reposo, en la posición destrincada, entre las dos espigas de sujeción 20 y 22 y la tercera espiga 23 de reposo, solidaria con la estructura 2 portadora.

45 Ventajosamente, el esfuerzo generado por el resorte 19 de torsión sobre el vástago 17 en la configuración trincada, es suficiente para contrarrestar los esfuerzos de torsión transmitidos por el árbol 5 y los componentes que se le fijan, al motor 8, particularmente durante la fase de lanzamiento del satélite.

Ventajosamente, el resorte 19 de torsión es una lámina de material metálico, que opone un esfuerzo máximo en torsión que se puede ajustar mediante una operación de deformación manual previamente al montaje en la configuración trincada.

50 Este medio de enclavamiento es particularmente ventajoso porque es simple, fácilmente reconfigurarlo, y mucho menos costoso que los dispositivos de agrupación conocidos, particularmente basados en unos componentes electro-piro-técnicos. Particularmente es posible rearmar varias veces el resorte 19 de torsión en la posición trincada para permitir ensayar y poner a punto los medios 14 de enclavamiento antes de una fase de lanzamiento.

Ventajosamente, el resorte 19 de torsión y las espigas 20, 21 y 22 se sitúan de manera que permitan al rotor 9, en la configuración destrincada, volver a la posición angular ocupada inicialmente en la configuración trincada, estando el vástago 17 a tope mecánico en una primera posición angular, al fondo de la ranura 18.

5 Ventajosamente, una segunda ranura 23 solidaria con la estructura 2 portadora, permite poner a tope mecánico el vástago 17 en una segunda posición angular.

Ventajosamente, unos topes mecánicos dispuestos entre el árbol 5 y la estructura 2 portadora, por ejemplo entre el vástago 17 y las ranuras 18 y 23 permiten limitar la amplitud de la rotación del árbol 5, y permiten el paso de un cableado eléctrico 24 entre la estructura 2 portadora y el árbol 5.

10 Ventajosamente, el cableado eléctrico 24 comprende unos medios de puesta a tierra de los equipos montados en el árbol 5, y unos medios de alimentación de un dispositivo de medición de temperatura montado sobre el árbol 5.

El funcionamiento de los medios 16 de enclavamiento es similar al de los medios 14 de enclavamiento tal como se ha representado en las figuras 3.a, 3.b y 3.c. Ventajosamente, los medios 16 de enclavamiento comprenden el vástago 51 solidario con el árbol 5, la ranura 52 solidaria con la estructura 2 portadora, y el resorte 19 de torsión que permite en configuración trincada mantener el vástago 51 al fondo de la ranura 52; siendo basculado el resorte 19 de torsión en una posición de reposo, en configuración destrincada, por medio del motor 8, permitiendo liberar en rotación al árbol 5.

15

La figura 4 representa en perspectiva la antena 1 de reflectores múltiples según los dos modos de realización de la invención. La antena 1 de reflectores múltiples comprende una estructura 2 portadora, sobre la que se fijan un reflector 3 principal, una fuente 4 y un árbol 5. Se fijan cuatro sub-reflectores 25, 26, 27 y 28 sobre el árbol 5.

20 Ventajosamente, la estructura 2 portadora comprende dos estructuras 31 y 32 de elevación formadas cada una por una pluralidad de barras 33 de elevación; estando fijada cada una de las estructuras 31 y 32 de elevación por una parte al chasis 28 de la estructura 2 portadora y por otra parte a uno de los cojinetes 8 y 9.

Ventajosamente, la fuente 4 es solidaria con la estructura 2 portadora por medio de dos fijaciones 34 y 35 sobre las estructuras 31 y 32 de elevación.

25 Ventajosamente, cada una de las barras 33 de elevación comprende un material compuesto a base de fibra de carbono.

Esta implementación es particularmente ventajosa porque la estructura 2 portadora así montada es a la vez rígida y poco voluminosa lo que la convierte en particularmente adaptada para una aplicación en un entorno disponible muy limitado, particularmente en la proximidad de los sub-reflectores y del campo barrido por el haz de ondas.

30

REIVINDICACIONES

1. Antena de reflectores múltiples para satélite de telecomunicaciones, que comprende un árbol (5), sobre el que están fijados al menos dos sub-reflectores (6, 7), que gira con relación a una estructura (2) portadora, y un motor (8) que comprende un rotor (9) adecuado para arrastrar en rotación al árbol (5), y un estator (10) fijado a la estructura (2) portadora,
5 **caracterizada porque** la antena (1) de reflectores múltiples comprende además:
 - dos cojinetes (11, 12) que permiten la rotación del árbol (5) con relación a la estructura (2) portadora, estando fijados los sub-reflectores (6, 7) sobre el árbol (5) entre los dos cojinetes (11, 12).
 - 10 - un filtro (13) mecánico, dispuesto entre el árbol (5) y el rotor (9), rígido en torsión para permitir al rotor (9) transmitir el movimiento de rotación al árbol (5), adecuado para absorber los defectos de alineación entre el rotor (9) y el árbol (5), y adecuado para amortiguar los esfuerzos generados por el árbol (5) sobre el motor (8),
 - 15 - unos medios de enclavamiento (14; 16), adecuados para fijar la posición angular del árbol (5) con relación a la estructura (2) portadora, en una primera configuración de almacenamiento, denominada trincada, y para liberar el árbol (5) en rotación por medio del motor (8), en una segunda configuración operacional, denominada destrincada.
2. Antena de reflectores múltiples según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los medios (14) de enclavamiento comprenden un vástago (17) solidario con el rotor (9), una ranura (18) solidaria con la estructura (2) portadora, y un resorte (19) de torsión que permite en configuración trincada mantener el vástago (17) al fondo de la ranura (18);
20 siendo basculado el resorte (19) de torsión en una posición de reposo, en configuración destrincada, por medio del motor (8), permitiendo liberar en rotación al rotor (9).
3. Antena de reflectores múltiples según la reivindicación 1, **caracterizada porque** los medios (16) de enclavamiento comprenden un vástago (51) solidario con el árbol (5), una ranura (52) solidaria con la estructura (2) portadora, y un resorte (19) de torsión que permite en configuración trincada mantener el vástago (51) al fondo de la ranura (52);
25 siendo basculado el resorte (19) de torsión en una posición de reposo, en configuración destrincada, por medio del motor (8), permitiendo liberar en rotación al árbol (5).
4. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones 2 a 3, **caracterizada porque** el resorte (19) de torsión se mantiene tenso, en configuración trincada, entre el vástago (17; 51) y dos espigas (20, 21) de sujeción solidario con la estructura (2) portadora, y se mantiene en posición de reposo, en configuración destrincada, entre las dos espigas (20, 21) de sujeción y una tercera espiga (22) de reposo solidaria con la estructura (2) portadora.
- 30 5. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el filtro (13) mecánico es un fuelle metálico, rígido en torsión, y adecuado para amortiguar los esfuerzos generados por el árbol (5) sobre el motor (8), y particularmente los esfuerzos de traslación, de cortadura y los momentos de flexión generados durante una fase de lanzamiento del satélite.
- 35 6. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** están dispuestos unos topes (17, 18, 23) mecánicos entre el árbol (5) y la estructura (2) portadora, de manera que se limite la amplitud de rotación del árbol (5) y permita el paso de un cableado eléctrico (24) entre la estructura (2) portadora y árbol (5).
7. Antena de reflectores múltiples según la reivindicación 6, **caracterizada porque** el cableado eléctrico (24) comprende unos medios de puesta a tierra de los equipos montados sobre el árbol (5), y unos medios de alimentación de un dispositivo de medición de temperatura montado sobre el árbol (5).
40
8. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el motor (8) comprende un radiador (15) adecuado para radiar el calor producido por el motor (8) durante su funcionamiento, y adecuado para calentar el motor (8).
- 45 9. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los cojinetes (11, 12) son de rodamientos mecánicos.
10. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** la estructura (2) portadora comprende dos estructuras (31, 32) de elevación, formadas cada una por una pluralidad de barras (33) de elevación; estando fijada cada una de las estructuras (31, 32) de elevación por una parte al chasis (29) de la estructura (2) portadora y por otra parte a uno de los cojinetes (8, 9).
- 50 11. Antena de reflectores múltiples según la reivindicación 10, **caracterizada porque** cada una de las barras (33) de elevación comprende un material compuesto a base de fibra de carbono.
- 55 12. Antena de reflectores múltiples según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** dichos al menos dos reflectores (6, 7) forman unos sub-reflectores, **porque** la antena (1) de reflectores múltiples comprende además un reflector (3) principal y una fuente (4) fijados sobre la estructura (2) portadora, **porque** en configuración operacional, uno de los sub reflectores (6, 7) refleja un haz de ondas entre la fuente (4) y el reflector (3) principal,

porque la rotación del árbol (5) con relación a la estructura (2) portadora se efectúa alrededor de un eje (X1) y **porque** el eje (X1) es sustancialmente perpendicular a un plano focal de la antena, plano que contiene un punto de emisión de la fuente (4), un centro del reflector principal (3) y un centro del sub-reflector (6, 7) utilizado.

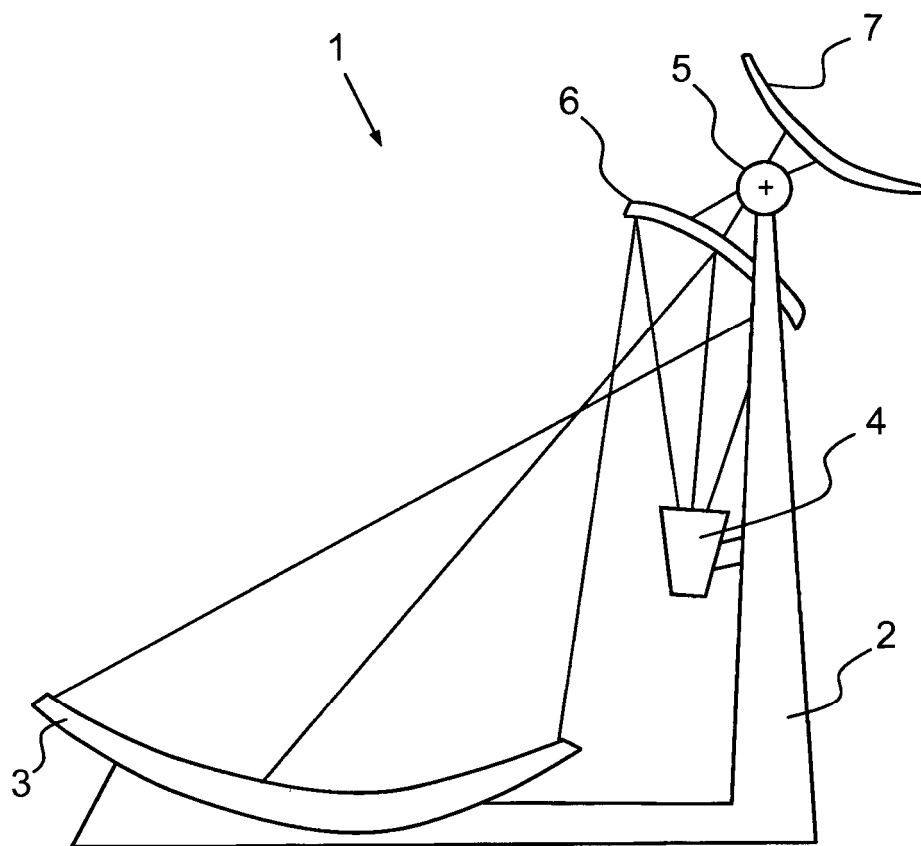


FIG.1

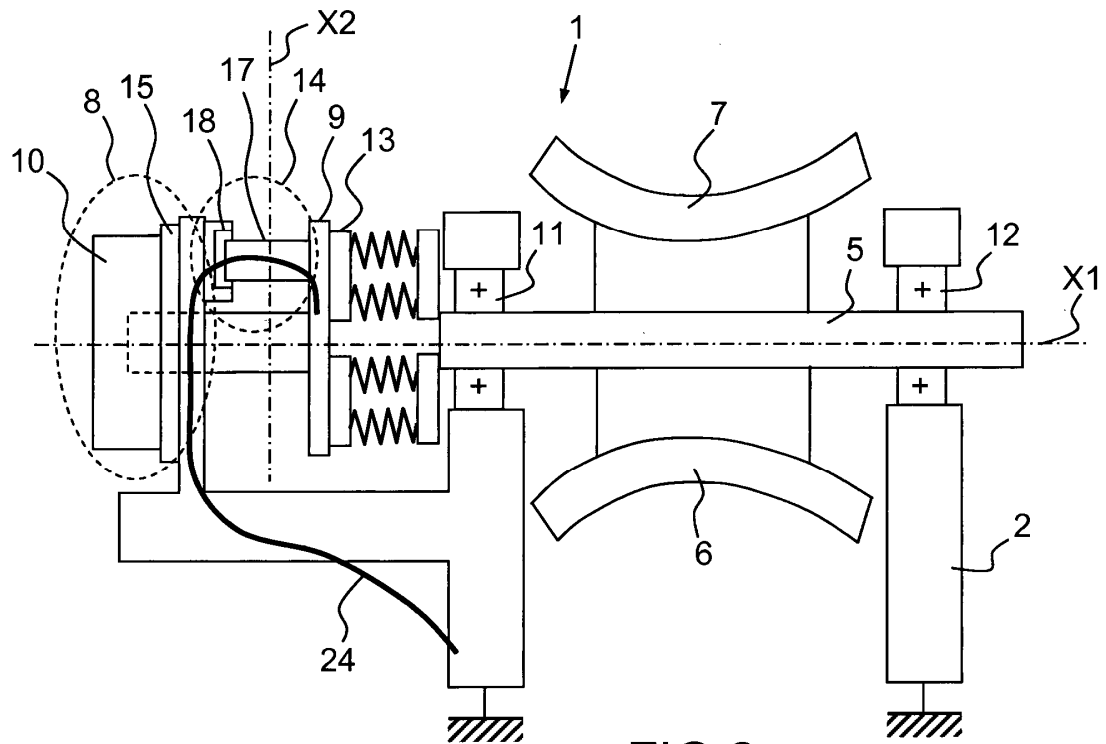


FIG.2a

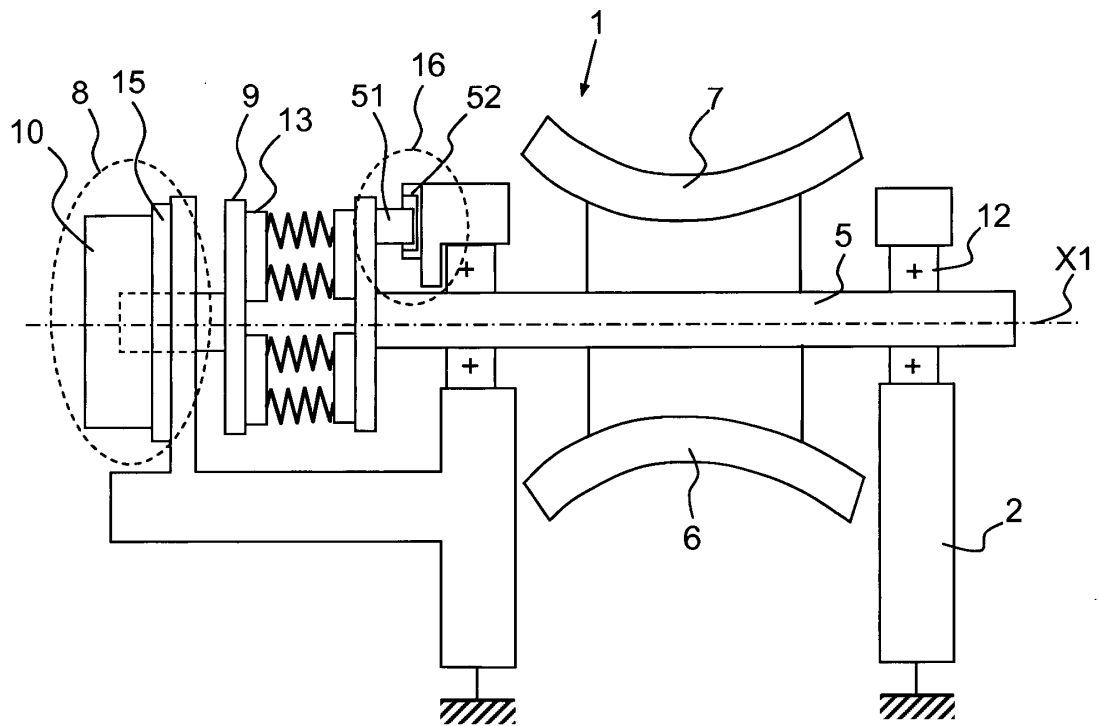


FIG.2b

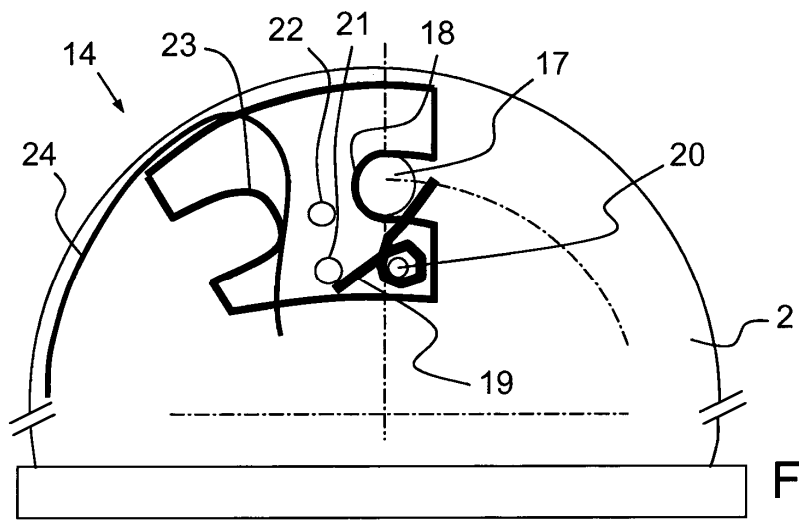


FIG. 3a

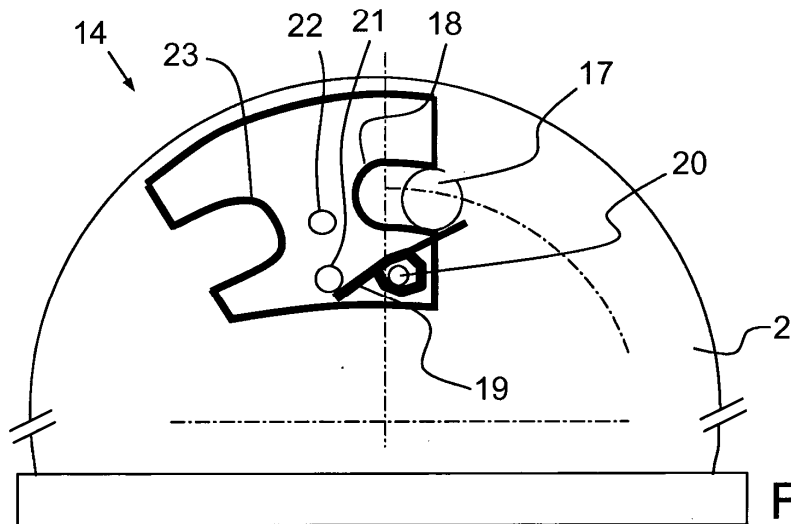


FIG. 3b

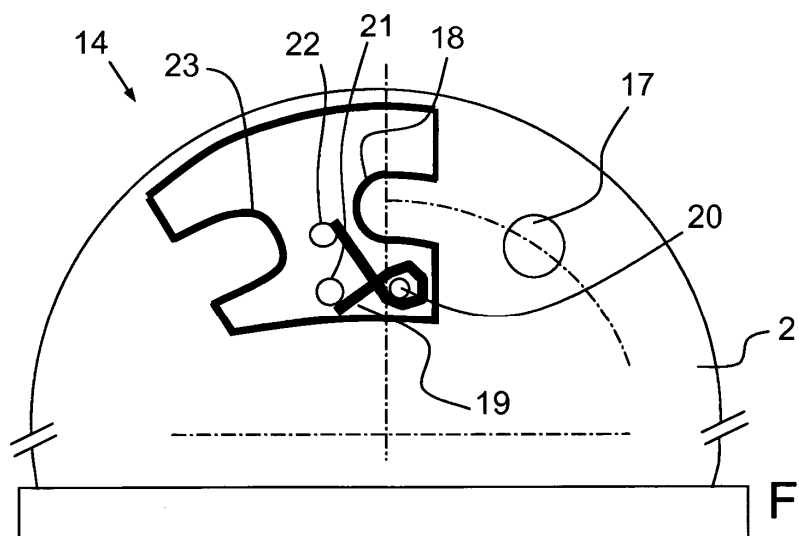


FIG. 3c

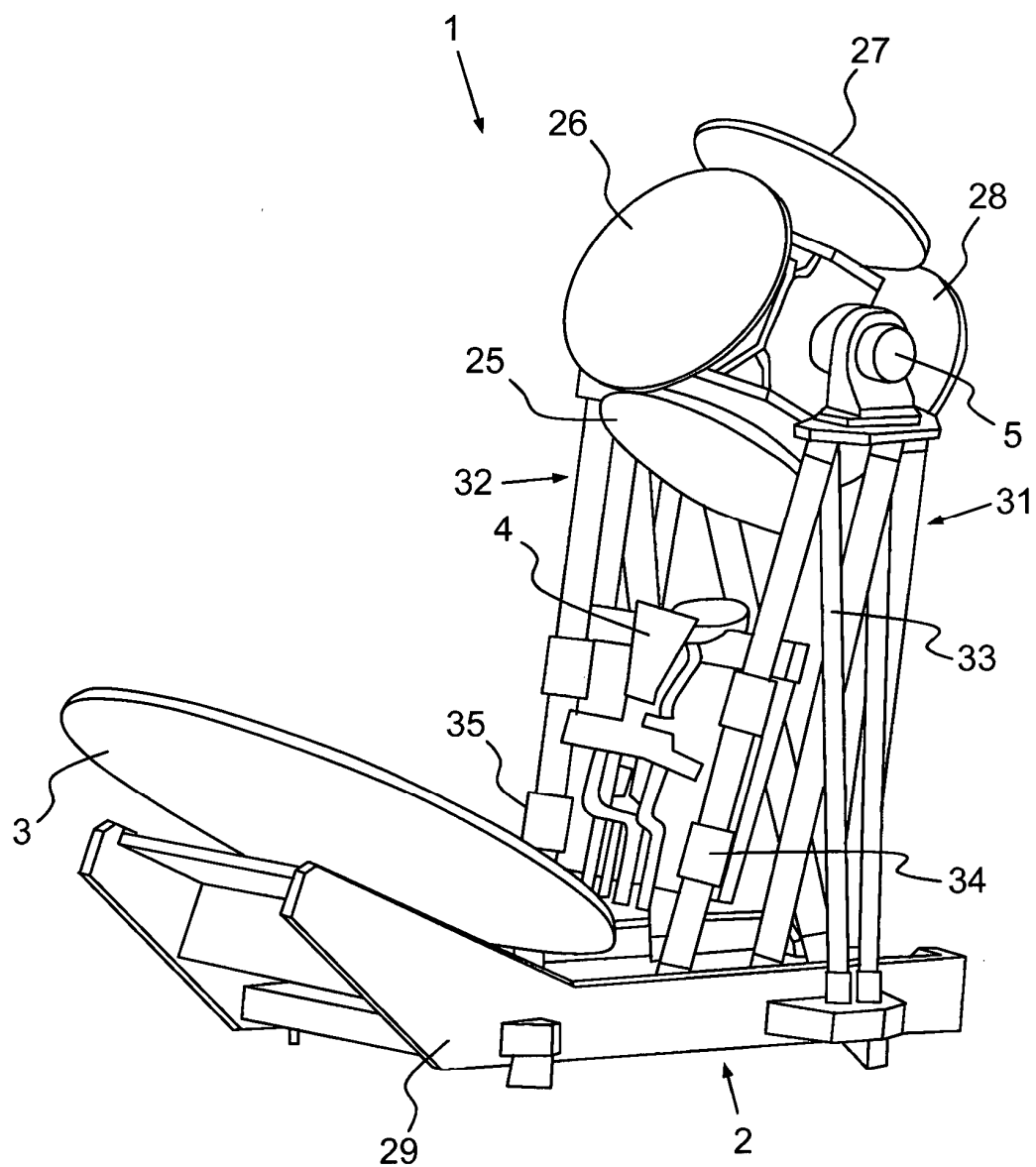


FIG.4