

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 556**

51 Int. Cl.:

**H01Q 15/16** (2006.01)

**H01Q 1/28** (2006.01)

**H01Q 15/14** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2013 E 13162567 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 2648281**

54 Título: **Reflector de antena reconfigurable**

30 Prioridad:

**06.04.2012 FR 1201036**

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

**14.02.2018**

73 Titular/es:

**THALES (50.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly Sur Seine, FR y  
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**BROSSIER, JÉRÔME;  
SCHREIDER, LUDOVIC;  
DEPEYERE, SERGE;  
BELLOEIL, VICTORIEN y  
DATASHVILI, LEVI**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 654 556 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**

Reflector de antena reconfigurable

5 La presente invención se refiere al campo de los reflectores de antenas reconfigurables en servicio, por ejemplo, en el caso de una antena para la transmisión y/o la recepción de un haz de onda electromagnética montada sobre un ingenio espacial tal como un satélite y del que se desea poder modificar en órbita la zona de cobertura. Más particularmente, la invención se inscribe en el campo de las telecomunicaciones por satélite en banda Ku.

10 La duración de vida creciente de los satélites de telecomunicación y la evolución de las exigencias asociadas a las diferentes misiones arrastran el desarrollo de nuevas generaciones de satélites cuyo un objetivo es mejorar la flexibilidad de misiones. Este es el caso, en concreto, para las antenas de telecomunicaciones y sus mecanismos asociados, para los que se busca, por ejemplo, poder elegir entre varias zonas de coberturas y varias bandas de frecuencia y, de este modo, dar la posibilidad de modificar en órbita las misiones del satélite.

15 Una satélite de telecomunicaciones incluye al menos una antena que permite la transmisión y la recepción de ondas electromagnéticas. Cada antena incluye al menos un reflector cuya forma y orientación determinan la zona terrestre cubierta por la antena. Con la finalidad de cubrir varias zonas terrestres distintas o una zona terrestre más amplia que la que puede cubrirse por una sola antena, se considera la implementación de un reflector de antena cuya superficie reflectante es deformable.

20 Sin embargo, aunque la invención tiene como propósito de manera prioritaria una aplicación en el campo de los reflectores de antena para banda Ku para satélite de órbita geoestacionaria, se entiende que puede aplicarse más generalmente a cualquier otra aplicación que implemente un reflector de antena, en concreto, para un vehículo espacial de órbita no geoestacionaria, para la que se busca una flexibilidad de cobertura.

25 Se consideran diversos dispositivos que permiten la deformación de la superficie reflectante de una antena. En una implementación conocida de un reflector de antena reconfigurable en servicio, se posiciona una membrana reflectante deformable sobre una estructura rígida de antena, por los medios de varios accionadores lineales posicionados transversalmente entre la estructura rígida y la membrana reflectante y repartidos de forma sustancialmente uniforme sobre la superficie de la membrana. La flexibilidad de cobertura se obtiene por deformación elástica de la membrana reflectante durante una etapa de reconfiguración realizable en órbita.

30 En esta implementación, los accionadores lineales, fijados sobre la estructura rígida, están conectados en diferentes puntos de contacto a la membrana reflectante. Un movimiento de traslación generado por el accionador lineal, por ejemplo, por medio de un gato, se transmite a la membrana reflectante para deformar su superficie y, de este modo, reconfigurar la zona de cobertura de la antena.

35 Con la finalidad de asegurar una retención suficiente de la membrana para permitir soportar unas sollicitaciones mecánicas fuertes, en concreto, las sollicitaciones vibratorias que se encuentran durante una fase de lanzamiento por un ingenio espacial lanzador, se considera la fijación de la membrana sobre la estructura rígida en la periferia de su superficie; No permitiendo la retención de la membrana sobre la estructura en periferia el control de los bordes de la membrana.

40 Una primera dificultad en esta implementación trata sobre las sollicitaciones mecánicas experimentadas por la membrana en estos diferentes puntos de contactos con los accionadores lineales. En efecto, los accionadores lineales, que no permiten el movimiento de la membrana en un plano tangencial a su superficie en su punto de contacto, generan una sollicitación mecánica local sobre la membrana. Esta sollicitación mecánica local no puede ser soportada por la membrana y puede generar unos esfuerzos radiales sobre los accionadores y puede ser particularmente comprometedor en ciertas situaciones, como, por ejemplo, durante una fase de lanzamiento del satélite o durante unas fuertes variaciones térmicas en uso en órbita.

45 Una segunda dificultad que se encuentra en esta implementación trata sobre la retención isostática global de la membrana con respecto a la estructura rígida, con el fin de evitar unas sollicitaciones de deformación debido a una hiperestaticidad.

La elección de los materiales para la membrana reflectante está limitada en la práctica a algunos materiales adecuados para resistir el conjunto de estas sollicitaciones mecánicas. Otros materiales más atractivos en cuanto a prestaciones de reflectividad, de masa o de coste, se descartan debido a su fragilidad.

50 Se podrá hacer también referencia a los documentos de patente EP0519775, JP7249934 y US4750002 que tratan sobre unos reflectores de antenas que comprenden una membrana reconfigurable.

La invención tiene como propósito proponer una solución alternativa para la reconfiguración de reflector de antena paliando las dificultades de implementación citadas más arriba.

A tal efecto, la invención tiene como objeto un reflector de antena reconfigurable en servicio, adaptado para reflejar un haz de ondas electromagnéticas, que comprende un soporte rígido y una membrana, deformable y que tiene

5 unas propiedades de reflectividad radioeléctrica, caracterizado porque comprende una pluralidad de medios de acoplamiento que conectan el soporte rígido y la membrana, repartidos debajo de la superficie de la membrana, que comprende una primera conexión de tipo rótula de perno conectada al soporte rígido y una segunda conexión de tipo  
 5 rótula de perno conectada a la membrana y porque cada medio de acoplamiento comprende, además, un accionador lineal, que comprende un motor rotativo y un conjunto tornillo - tuerca, conectado a las dos conexiones de tipo rótula de perno y adecuado para generar, en una configuración operativa, un movimiento de traslación que permite la deformación de la membrana.

10 La invención permite, en concreto, reducir la hiperestaticidad de la conexión entre la membrana y el soporte rígido. La invención permite reducir las sollicitaciones mecánicas impuestas a la membrana, se hace posible implementar unos materiales más frágiles. Disponiendo una pluralidad de medio de acoplamiento en la periferia de la superficie de la membrana, la invención permite una reconfiguración precisa sobre toda la superficie, que permite, en concreto, optimizar la polarización cruzada generada por la antena e, igualmente, los lóbulos secundarios.

15 La invención se comprenderá mejor y otras ventajas aparecerán tras la lectura de la descripción detallada de los modos de realización dados a título de ejemplo en las siguientes figuras.

15 La figura 1 representa un esquema de principio de un reflector de antena reconfigurable en servicio, que comprende un soporte rígido, una membrana y unos medios de acoplamiento,  
 las figuras 2.a y 2.b representan un medio de acoplamiento de un reflector de antena según un primer modo de realización, en una configuración de almacenamiento (2.a) y en una configuración operativa (2.b),  
 20 las figuras 3.a y 3.b representan un medio de acoplamiento de un reflector de antena según un segundo modo de realización, en una configuración de almacenamiento (3.a) y en una configuración operativa (3.b),  
 las figuras 4.a, 4.b y 4.c ilustran el principio de un limitador de esfuerzo en un modo de realización preferente de la invención  
 las figuras 5.a y 5.b representan en vista desde arriba un reflector de antena según dos variantes de la invención,  
 las figuras 6.a y 6.b describen respectivamente un acoplador periférico y un acoplador central en un modo de  
 25 realización prioritario de la invención.

En interés de la claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

30 La figura 1 representa un esquema de principio de un reflector de antena 10 que comprende un soporte rígido 11 y una membrana 12, deformable y que tiene unas propiedades de reflectividad radioeléctrica. El reflector de antena 10 comprende, además, una pluralidad de medios de acoplamiento 13 que conectan el soporte rígido 11 y la membrana 12. Los medios de acoplamiento 13 están repartidos debajo de la superficie de la membrana 12.

Cada uno de los medios de acoplamiento 13 comprende una primera conexión de tipo rótula de perno 14 conectada al soporte rígido 11 y una segunda conexión de tipo rótula de perno 15 conectada a la membrana 12. Se entiende por conexión de tipo rótula de perno, una conexión mecánica bloqueada en traslación y que posee dos grados de libertad de rotación.

35 Cada uno de los medios de acoplamiento 13 comprende, además, un accionador lineal 16, conectado a las dos conexiones de tipo rótula de perno 14 y 15 y adecuado para generar, en una configuración operativa, un movimiento de traslación que permite la deformación de la membrana 12.

40 Ventajosamente, el soporte rígido 11 y la membrana 12 son de forma sustancialmente parabólicas, que permite retener una distancia sustancialmente constante entre el soporte rígido 11 y la membrana 12 sobre la superficie de la membrana 12. De este modo, los medios de acoplamiento 13 repartidos sobre la superficie de la membrana 12 son de longitud sustancialmente equivalentes. Es posible utilizar para estos medios de acoplamiento los mismos componentes y, por lo tanto, simplificar la implementación y bajar el coste de una antena reconfigurable de este tipo.

45 Ventajosamente, el reparto de los medios de acoplamiento 13 puede ser sustancialmente uniforme sobre la superficie de la membrana 12. En un primer modo de realización, los medios de acoplamiento 13 están repartidos debajo de la superficie de la membrana 12 según una malla cuadrada o según una malla hexagonal. En un segundo modo de realización, se opta por un reparto de densidad sustancialmente diferente entre el centro de la superficie y su periferia, para incrementar la precisión de la reconfiguración de superficie en una zona predeterminada del reflector.

50 Las figuras 2.a y 2.b representan uno de los medios de acoplamiento 13 reflector de antena 10 según un primer modo de realización de la invención, en una configuración de almacenamiento en la figura 2.a y en una configuración operativa en la figura 2.b.

55 Se habla de configuración de almacenamiento, a menudo también llamada de apilamiento, la configuración de una plataforma satélite y de sus equipos que permite retener el conjunto de los equipos inmóviles contra la plataforma, en particular, durante una fase de lanzamiento por un ingenio espacial lanzador. En configuración operativa, a menudo también llamada desapilada, los equipos están liberados y posicionados de manera que se permita su funcionamiento y que participen en las misiones del satélite.

El eje de traslación del accionador lineal 16 está referenciado como X1 en las figuras 2.a y 2.b. El accionador lineal 16 de cada uno de los medios de acoplamiento 13 comprende un motor rotativo 20 y un conjunto tornillo 21 - tuerca 22, conectados a las dos conexiones de tipo rótulas de perno 14 y 15 y adecuados para generar, en una configuración operativa, un movimiento de traslación que permite la deformación de la membrana 12.

- 5 En efecto, el motor rotativo 20 arrastra el tornillo 21 en rotación según el eje X1. La tuerca 22 se bloquea en rotación por las dos conexiones de tipo rótula de perno 14 que le está conectada. De este modo, el cuerpo 27 conectado a la membrana 12 forma con la tuerca 22 un conjunto conectado en rotación según el eje X1. El movimiento de rotación del tornillo 21 arrastra, por lo tanto, en traslación la tuerca 22 y la primera conexión de tipo rótula de perno 14.

- 10 Más generalmente, los dos modos de realización, descritos por las figuras 2.a, 2.b, 3.a y 3.b, que implementan dos conexiones de tipo rótulas de perno y un motor rotativo, son particularmente ventajosos con respecto a las soluciones que se conocen. Este montaje permite, en efecto, reconfigurar la superficie de la membrana 12 por medio de un movimiento de traslación, limitando las sollicitaciones mecánicas locales sobre la membrana 12 en su punto de contacto con el medio de acoplamiento 13. Esta implementación permite el movimiento de traslación de la membrana 12 tangencialmente a su superficie en este punto y los movimientos de rotación alrededor según unos ejes perpendiculares a X1. De este modo, la membrana 12, deformada en varios puntos de contactos por los medios de acoplamiento 13 puede desplazarse tangencialmente a su superficie en estos diferentes puntos de contactos, que permite limitar las sollicitaciones mecánicas sobre la membrana 12 en estos puntos de contacto.

La implementación de las dos conexiones de tipo rótulas de perno permite, de este modo, limitar significativamente el hiperestatismo de la conexión entre el soporte rígido 11 y la membrana 12.

- 20 En este primer modo de realización, descrito en las figuras 2.a y 2.b, cada uno de los medios de acoplamiento 13 comprende varios componentes conectados entre sí y posicionados en serie entre la estructura rígida 11 y la membrana 12 en el siguiente orden:

- el motor rotativo 20, fijado sobre la estructura rígida 11,
- el tornillo 21 que coopera con la tuerca 22,
- 25 - la primera conexión de tipo rótula de perno 14,
- un vástago 23,
- la segunda conexión de tipo rótula de perno 15, fijada sobre la membrana 12.

- 30 El motor rotativo 20 está fijado sobre la estructura rígida 11. Por razones de volumen, puede estar encastrado en la estructura rígida 11, como se representa en las figuras 2.a y 2.b. Permitiendo este montaje ventajosamente simplificar la alimentación eléctrica de los medios de acoplamiento 13 reteniendo esta alimentación inmóvil sobre la estructura rígida 11.

- 35 El vástago 23 está conectado en cada uno de estos dos extremos a una de las conexiones de tipo rótula de perno 14 y 15. El movimiento de traslación generado por el accionado lineal 16 se transmite a la membrana 12 por medio del vástago 23 y de las dos rótulas de perno 14 y 15. La implementación propuesta permite, de este modo, la deformación de la membrana 12, por traslación según el eje X1, permitiendo al mismo tiempo el movimiento de la membrana 12 tangencialmente a su superficie; que permite limitar las sollicitaciones mecánicas generadas localmente en el punto de contacto del medio de acoplamiento 13 con la membrana 12.

La figura 2.a representa el medio de acoplamiento 13 en configuración de almacenamiento. La figura 2.b representa el medio de acoplamiento 13 en configuración operativa.

- 40 Ventajosamente, cada uno de los medios de acoplamiento 13 comprende un tope mecánico 24, que permite inmovilizar, por medio del accionador lineal 16, la membrana 12 con respecto al soporte rígido 11, en una configuración de almacenamiento.

- 45 Ventajosamente, el vástago 23 comprende entre estos dos extremos un limitador de esfuerzo 25 accionado en configuración de almacenamiento por medio del accionador lineal 16, que ejerce un esfuerzo sobre el tope mecánico 24 de forma que se inmovilice la membrana 12 con respecto al soporte rígido 11. El limitador de esfuerzo 25 es adecuado, en configuración operativa, para transmitir sin deformación el movimiento de traslación generado por el accionador lineal 16.

- 50 Ventajosamente, el vástago 23 y las dos conexiones de tipo rótula de perno 14 y 15 están compuestos por un material compuesto a base de fibra de carbono. Este tipo de material posee, en concreto, la ventaja de que es robusto, ligero y de que presenta un muy escaso coeficiente de dilatación térmica.

- 55 Ventajosamente, cada uno de los medios de acoplamiento 13 comprende dos cuerpos tubulares 26 y 27. El primer cuerpo tubular 26 está fijado por un primer extremo al soporte rígido 11 y presenta un reborde cónico 28 en un segundo extremo. El segundo cuerpo tubular 27 está fijado por un primer extremo a la membrana 12 y presenta un reborde cónico 29 en un segundo extremo. Los dos rebordes cónicos 28 y 29 son adecuados, en configuración de almacenamiento, para entrar en contacto el uno con el otro para formar el tope mecánico o tope de apilamiento 24.

- 5 En configuración de almacenamiento, los dos rebordes cónicos 28 y 29 están en tope el uno contra el otro y el motor rotativo 20 tira del vástago 23 hasta accionar el limitador de esfuerzo 25. En configuración de almacenamiento, el limitador de esfuerzo aplica de manera constante un esfuerzo que permite retener los dos rebordes cónicos 28 y 29 en tope el uno contra el otro, incluso cuando el motor rotativo 20 no está en funcionamiento. Este esfuerzo permite
- 10 inmovilizar la membrana 12 con respecto al soporte rígido 11, incluso en caso de fuertes vibraciones como se encuentran durante una fase de lanzamiento del satélite. De este modo, la implementación propuesta permite de una forma sencilla inmovilizar la membrana según los tres ejes de traslación por medio del limitador de esfuerzo 25 y de los dos rebordes cónicos 28 y 29.
- Ventajosamente, los dos cuerpos tubulares 26 y 27 comprenden un material compuesto a base de fibra de carbono. Este tipo de material posee, en concreto, la ventaja de que es robusto, ligero y de que presenta un muy escaso coeficiente de dilatación térmica. Esta implementación permite, en configuración de almacenamiento, retener la membrana 12 solidaria con el soporte rígido 11 y, de este modo, protegerla de las fuertes sollicitaciones vibratorias que se encuentran, en concreto, durante una fase de lanzamiento del satélite.
- 15 Ventajosamente, las conexiones de tipo rótula de perno están realizadas por medio de un conjunto de fibras deformables. Siendo el conjunto de fibras deformables adecuado para aceptar unas deformaciones según unos ejes de rotación perpendiculares al eje X1 y para limitar sustancialmente cualquier rotación según el eje X1.
- Las figuras 3.a y 3.b representan un medio de acoplamiento 30 de un reflector de antena 31 según un segundo modo de realización de la invención, en una configuración de almacenamiento (3.a) y en una configuración operativa (3.b)
- 20 El reflector de antena 31 comprende el soporte rígido 11, la membrana 12 y unos medios de acoplamiento 30. Los medios de acoplamiento 30 comprenden los mismos componentes que los medios de acoplamiento 13, que llevarán los mismos nombres por comodidad.
- En este segundo modo de realización, cada uno de los medios de acoplamiento 30 comprende varios componentes conectados entre sí y posicionados en serie entre la estructura rígida 11 y la membrana 12 en el siguiente orden:
- 25 - la primera conexión de tipo rótula de perno 14, fijada sobre la estructura rígida 11,  
 - el motor rotativo 20,  
 - el tornillo 21 que coopera con la tuerca 22,  
 - el vástago 23,  
 - la segunda conexión de tipo rótula de perno 15, fijada sobre la membrana 12.
- 30 Ventajosamente, el motor rotativo 20 y el conjunto tornillo 21 - tuerca 22 están posicionados entre las dos conexiones de tipo rótula de perno 14 y 15. De este modo, el eje de traslación X1 del medio de almacenamiento 30 puede estar móvil durante una reconfiguración de la antena. Esta implementación es particularmente ventajosa, ya que permite limitar las sollicitaciones sobre la membrana 12 y, por lo tanto, limitar el esfuerzo del motor rotativo 20. Esta implementación también permite aumentar la amplitud de una posible traslación de la membrana 12 en un
- 35 plano tangencial a la superficie.
- Las figuras 4.a, 4.b y 4.c ilustran el principio de un limitador de esfuerzo en un modo de realización preferente de la invención.
- 40 El limitador de esfuerzo 25 comprende un pistón 25a, un muelle 25b y una cámara 25c. El pistón 25a es susceptible de desplazarse en traslación en la cámara 25c según el eje X1. El pistón 25a se retiene en configuración operativa en contacto con la cámara 25c por medio de un muelle 25b, apoyado, por una parte, contra el pistón 25a y, por otra parte, contra la cámara 25c.
- La cámara 25c está conectada a la segunda conexión de tipo rótula de perno 15 por medio de un primer elemento rígido 23a del vástago 23. El pistón 25a está conectado a la primera conexión de tipo rótula de perno 14 por medio de un segundo elemento rígido 23b del vástago 23.
- 45 En configuración operativa representada en la figura 4.a, el vástago 23 que comprende el limitador de esfuerzo 25 y los elementos rígidos 23a y 23b, está rígido sin deformación elástica del limitador de esfuerzo 25. En configuración de almacenamiento, se obtiene una deformación elástica del limitador 25 por medio de una tracción del accionador lineal 16 sobre el elemento rígido 23b, que arrastra un aplastamiento del muelle 25b por traslación del pistón 25a en la cámara 25c. Este aplastamiento del muelle 25b tiene lugar cuando los cuerpos 26 y 27 están en tope y el
- 50 accionador lineal 16 ejerce un esfuerzo superior al tarado inicial del muelle 25b. Dicho de otro modo, en configuración de almacenamiento, el accionador lineal 16 ejerce sobre el pistón 25a un esfuerzo de tracción adecuado para comprimir el muelle 25b y despegar el pistón 25a de la cámara 25c.
- El esfuerzo de retención de la membrana 12 sobre la estructura rígida 11, también llamado esfuerzo de apilamiento es como mínimo igual al esfuerzo de tarado del muelle 25b.
- 55 Este principio también se describe en la figura 4.c. En configuración operativa, el accionador lineal 16 es libre de

operar una traslación entre el punto A y el punto B. Cuando los cuerpos 26 y 27 entran en tope mecánico, representado por el punto B, debe proporcionarse un esfuerzo importante por el accionador lineal 16 para despegar el pistón 25a de la cámara 25c. Este esfuerzo representado por el punto C corresponde al tarado inicial del muelle 25b. El segmento que conecta el punto C al punto D es sustancialmente vertical, la pendiente representada en la figura corresponde a la rigidez del vástago 23. Entre los puntos C y D, el limitador de esfuerzo 25 se denomina accionado, impone sobre un intervalo correspondiente a la amplitud del desplazamiento del pistón 25a en el interior de la cámara 25c, un esfuerzo relativamente poco variable, que depende de la rigidez del muelle 25b.

Este modo de realización es particularmente ventajoso, ya que permite retener un esfuerzo sustancialmente constante, para un valor medio lo suficientemente elevado, sobre un intervalo de desplazamiento significativo. Sin limitador de esfuerzo, los esfuerzos de apilamiento son muy elevados y de naturaleza a dañar el accionador 16.

En un modo de realización alternativo, no representado en las figuras 4.a, 4.b y 4.c, el limitador de esfuerzo 25 comprende un muelle helicoidal cuyas espiras permanecen colindantes en configuración operativa. El vástago 23 permanece rígido sin deformación elástica del limitador de esfuerzo 25. Cuando los cuerpos 26 y 27 están en tope y el accionador lineal 16 ejerce un esfuerzo superior al tarado del muelle helicoidal, las espiras del muelle helicoidal se despegan y opone más allá de este esfuerzo de tarado, un esfuerzo relativamente poco variable sobre un intervalo de desplazamiento significativo.

La figura 5.a representa en vista desde arriba un reflector de antena 10 en una primera variante de la invención.

La figura 5.a describe una implementación de un reflector de antena 10 que comprende una pluralidad de medios de acoplamiento 13 tales como se han definido anteriormente. No obstante, se entiende que esta variante de la invención se aplica de la misma manera en el caso de un reflector de antena 31 que comprende una pluralidad de medios de acoplamiento 30 tales como se han definido anteriormente.

En esta variante, el reflector de antena 10 comprende tres medios de acoplamiento 13, denominados acopladores periféricos, referenciados como 41, 42 y 43, posicionados en la proximidad de la periferia, referenciada como 48, de la membrana 12. Los acopladores periféricos 41, 42 y 43 están posicionados sustancialmente a distancias iguales entre sí.

El punto de contacto entre la membrana y cada uno de los acopladores periféricos 41, 42 y 43 está referenciado respectivamente como C41, C42 y C43.

El eje tangencial a la periferia de la membrana en cada uno de los puntos de contacto C41, C42 y C43 está referenciado respectivamente como X41, X42 y X43.

Cada uno de los tres acopladores periféricos 41, 42 y 43 comprende unos medios 44, 45 y 46 adecuados para impedir el movimiento de la membrana 12 según el eje tangencial X41, X42 y X43. El movimiento de la membrana 12 permanece libre según un eje perpendicular al eje tangencial.

Esta implementación es particularmente ventajosa, ya que permite por medio de los tres acopladores periféricos 41, 42 y 43 retener la membrana 12 de forma isostática sobre la estructura rígida 11 en configuración operativa. Esta implementación es particularmente ventajosa con respecto a las soluciones que se conocen que consideran la fijación de la membrana 12 sobre el soporte rígido 11 en su periferia. La implementación propuesta se libera de las dificultades de las soluciones que se conocen y permite las deformaciones de la superficie en periferia de la membrana 12 para controlar la polarización cruzada y los lóbulos secundarios generados por la antena. De este modo, el soporte rígido y la membrana están conectados únicamente por la pluralidad de medios de acoplamiento. Dicho de otro modo, contrariamente a las soluciones que se conocen, la membrana no está fijada al soporte rígido en su periferia.

La figura 5.b es una vista desde arriba del reflector de antena 10 en una segunda variante de la invención.

La figura 5.b describe una implementación de un reflector de antena 10 que comprende una pluralidad de medios de acoplamiento 13 tales como se han definido anteriormente. No obstante, se entiende que esta variante de la invención se aplica de la misma manera en el caso de un reflector de antena 31 que comprende una pluralidad de medios de acoplamiento 30 tales como se han definido anteriormente.

En esta segunda variante, el reflector de antena 10 comprende:

- un medio de acoplamiento, denominado acoplador central, referenciado como 50, posicionado en el centro de la membrana 12 y que comprende unos medios 51 adecuados para impedir el movimiento de la membrana 12 en el plano tangencial a la superficie de la membrana 12 en un punto de contacto C50 entre el acoplador central 50 y la membrana 12,
- un acoplador periférico 41 que comprende los medios 44 adecuados para impedir el movimiento de la membrana 12 según el eje tangencial X41.

## ES 2 654 556 T3

Esta implementación es particularmente ventajosa, ya que permite, por medio de dos medios de acoplamiento específicos, 41 y 50, retener la membrana 12 de forma isostática sobre la estructura rígida 11 en configuración operativa.

5 Las figuras 6.a y 6.b describen respectivamente un acoplador periférico 41 y un acoplador central 50 en un modo de realización prioritario de la invención.

Se entiende que el modo de realización descrito en la figura 6.a, que implementa un acoplador periférico 41, también se aplica para un acoplador periférico 42 o 43.

10 Los acopladores periféricos 41, 42 y 43 y el acoplador central 50 son similares a los medios de acoplamiento 13 o 30 tales como se han definido en las figuras 2.a, 2.b, 3.a y 3.b, pero no comprenden la primera conexión de tipo rótula de perno 14.

Ventajosamente, los acopladores periféricos 41, 42 y 43 comprenden una conexión pivote 60, en el lugar de la primera conexión de tipo rótula de perno 14, cuyo eje de rotación libre es sustancialmente paralelo a su eje tangencial X41, X42 y X43 en la periferia 48 de la membrana 12, de forma que se impida el movimiento de la membrana 12 según este eje.

15 Ventajosamente, el acoplador central 50 comprende una conexión completa 61, en el lugar de la primera conexión de tipo rótula de perno 14, de forma que se impida el movimiento de la membrana 12 tangencialmente a su superficie.

20 La implementación del reflector de antena según la invención permite minimizar considerablemente las sollicitaciones mecánicas sobre la membrana 12. Ventajosamente, la membrana 12 comprende al menos un material de tipo elastómero conductor reforzado, de tipo tejido de fibra de carbono recubierto de una capa de silicona cargada de partículas de metal o de carbono o de tipo tejido metálico sumido en una silicona cargada de partícula de metal o de carbono. Presentando estos tres materiales unas excelentes propiedades de reflectividad en banda Ku.

## REIVINDICACIONES

1. Reflector de antena (10; 31) adaptado para reflejar un haz de ondas electromagnéticas, que comprende un soporte rígido (11) y una membrana (12), deformable y que tiene unas propiedades de reflectividad radioeléctrica, **caracterizado porque** comprende una pluralidad de medios de acoplamiento (13; 30) que conectan el soporte rígido (11) y la membrana (12), repartidos sobre la superficie de la membrana (12), que comprende una primera conexión de tipo rótula de perno (14) conectada al soporte rígido (11) y una segunda conexión de tipo rótula de perno (15) conectada a la membrana (12), y **porque** cada medio de acoplamiento (13; 30) comprende, además, un accionador lineal (16), que comprende un motor rotativo (20) y un conjunto tornillo (21) - tuerca (22), conectado a las dos conexiones de tipo rótula de perno (14, 15) y adecuado para generar un movimiento de traslación que permite, en una configuración denominada operativa, la deformación de la membrana (12); estando el soporte rígido (11) y la membrana (12) conectados únicamente por la pluralidad de medios de acoplamiento (13; 30).
2. Reflector de antena (10) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada medio de acoplamiento (13) comprende:
- el motor rotativo (20), fijado sobre la estructura rígida (11),
  - el tornillo (21) que coopera con la tuerca (22),
  - la primera conexión de tipo rótula de perno (14),
  - un vástago (23),
  - la segunda conexión de tipo rótula de perno (15), fijada sobre la membrana (12); estando el motor rotativo (20), el tornillo (21) que coopera con la tuerca (22), la primera conexión (14), el vástago (23) y la segunda conexión (15) conectados entre sí y posicionados sucesivamente en serie entre la estructura rígida (11) y la membrana (12).
3. Reflector de antena (31) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** cada medio de acoplamiento (30) comprende:
- la primera conexión de tipo rótula de perno (14), fijada sobre la estructura rígida (11),
  - el motor rotativo (20),
  - el tornillo (21) que coopera con la tuerca (22),
  - un vástago (23),
  - la segunda conexión de tipo rótula de perno (15), fijada sobre la membrana (12); estando la primera conexión (14), el motor rotativo (20), el tornillo (21), la tuerca (22), el vástago (23) y la segunda conexión (15) conectados entre sí y posicionados en serie entre la estructura rígida (11) y la membrana (12).
4. Reflector de antena (10; 31) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada uno de los medios de acoplamiento (13; 30) comprende un tope mecánico (24), formado por un primer reborde (28) solidario con la membrana (12) y un segundo reborde (29) solidario con la membrana, adecuados para entrar en contacto el uno con el otro, que permite inmovilizar la membrana (12) con respecto al soporte rígido (11), en una configuración denominada de almacenamiento.
5. Reflector de antena (10; 31) según la reivindicación 4, **caracterizado porque** cada uno de los medios de acoplamiento (13; 30) comprende un limitador de esfuerzo (25) que puede ser accionado por medio del accionador lineal (16); ejerciendo el limitador de esfuerzo (25) accionado un esfuerzo sobre el tope mecánico (24) de forma que se inmovilice, en configuración de almacenamiento, la membrana (12) con respecto al soporte rígido (11); siendo el limitador de esfuerzo (25) no accionado adecuado, en configuración operativa, para transmitir sin deformación el movimiento de traslación generado por el accionador lineal (16).
6. Reflector de antena (10; 31) según la reivindicación 5, **caracterizado porque** el limitador de esfuerzo (25) comprende un pistón (25a), una cámara (25c) y un muelle (25b); siendo el pistón (25a) susceptible de desplazarse en traslación en la cámara (25c) según un eje (X1) y **porque** el pistón (25a) está retenido en configuración operativa en contacto con la cámara (25c) por medio del muelle (25b) y **porque** en configuración de almacenamiento, el accionador lineal (16) ejerce sobre el pistón (25a) un esfuerzo de tracción adecuado para comprimir el muelle (25b) y despegar el pistón (25a) de la cámara (25c).
7. Reflector de antena (10; 31) según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** cada uno de los medios de acoplamiento (13; 30) comprende un primer cuerpo tubular (26), fijado por uno primero de sus extremos al soporte rígido (11) y que comprende el primer reborde (28) en uno segundo de sus extremos y un segundo cuerpo tubular (27), fijado por uno primero de sus extremos a la membrana (12) y que comprende el segundo reborde (28) en uno segundo de sus extremos; siendo los dos rebordes de forma cónicas (28, 29); rodeando los dos cuerpos tubulares al menos parcialmente el accionador lineal (16) y las dos conexiones rótulas (14, 15).
8. Reflector de antena (10; 31) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende al menos tres medios de acoplamiento (13; 30), denominados acopladores periféricos (41, 42, 43),

- 5 posicionados en la proximidad de la periferia (48) de la membrana (12) y sustancialmente posicionados a distancias iguales entre sí,  
y **porque** cada uno de los acopladores periféricos (41, 42, 43) comprende unos medios (44, 45, 46) para impedir el movimiento de la membrana (12) según un eje tangencial (X41, X42, X43) a la periferia (48) de la membrana (12) en un punto de contacto (C41, C42, C43) entre el acoplador periférico (41, 42, 43) y la membrana (12).
9. Reflector de antena (10; 31) según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** comprende:
- 10 - un medio de acoplamiento (10; 31) posicionado sustancialmente en el centro de la membrana (12), denominado acoplador central (50) y que comprende unos medios (51) para impedir el movimiento de la membrana (12) en el plano tangencial a la superficie de la membrana (12) en un punto de contacto (C50) entre el acoplador central (50) y la membrana (12),  
- un medio de acoplamiento (10; 31), denominado acoplador periférico (41), posicionado en la proximidad de la periferia (48) de la membrana (12) y que comprende unos medios (44) para impedir el movimiento de la membrana (12) según un eje tangencial (X41) a la periferia (48) de la membrana (12) en un punto de contacto (C41) entre el acoplador periférico (41) y la membrana (12).
- 15 10. Reflector de antena (10; 31) según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el acoplador central (50) comprende unos medios para impedir el movimiento de la membrana (12) tangencialmente a su superficie.
- 20 11. Reflector de antena (10; 31) según una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizado porque** el o los acopladores periféricos (41, 42, 43) comprenden unos medios para bloquear un grado de libertad de rotación de la primera conexión de tipo rótula de perno (14), que deja un eje de rotación libre sustancialmente paralelo al eje tangencial (X41, X42, X43) en la periferia (48) de la membrana (12), de forma que se impida un movimiento de traslación de la membrana (12) según este eje.
12. Reflector de antena (10; 31) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el soporte rígido (11) y la membrana 12 son de forma sustancialmente parabólicas.
- 25 13. Reflector de antena (10; 31) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las dos conexiones de tipo rótula de perno (14, 15) comprenden un material compuesto a base de fibra de carbono.
14. Reflector de antena (10; 31) según la reivindicación 7, **caracterizado porque** los dos cuerpos tubulares (26, 27) comprenden un material compuesto a base de fibra de carbono.
- 30 15. Reflector de antena (10; 31), según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la membrana comprende al menos un material de tipo elastómero conductor reforzado, de tipo tejido de fibra de carbono recubierto de una capa de silicona cargada de partículas de metal o de carbono o de tipo tejido metálico sumido en una silicona cargada de partícula de metal o de carbono.
16. Reflector de antena (10; 31) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** al menos una conexión de tipo rótula de perno está realizada por medio de un conjunto de fibras deformables.

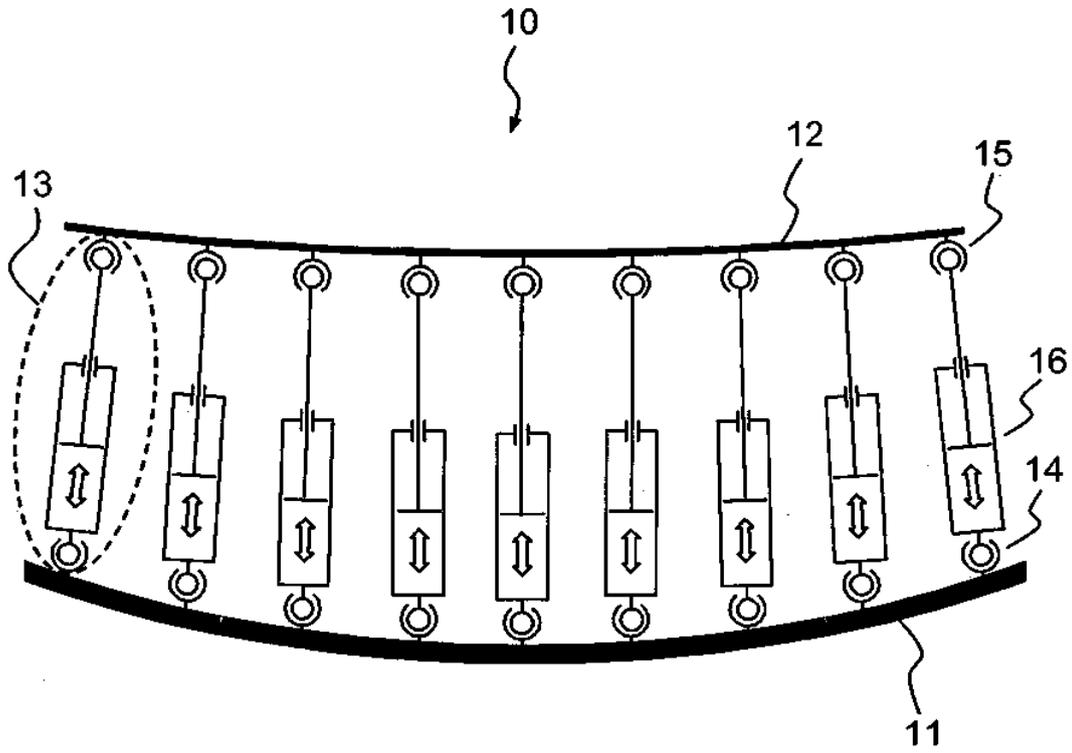


FIG.1

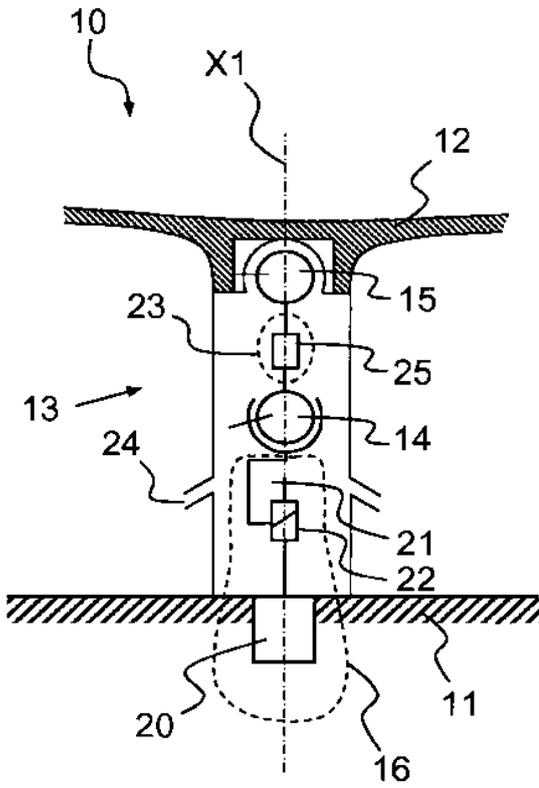


FIG. 2a

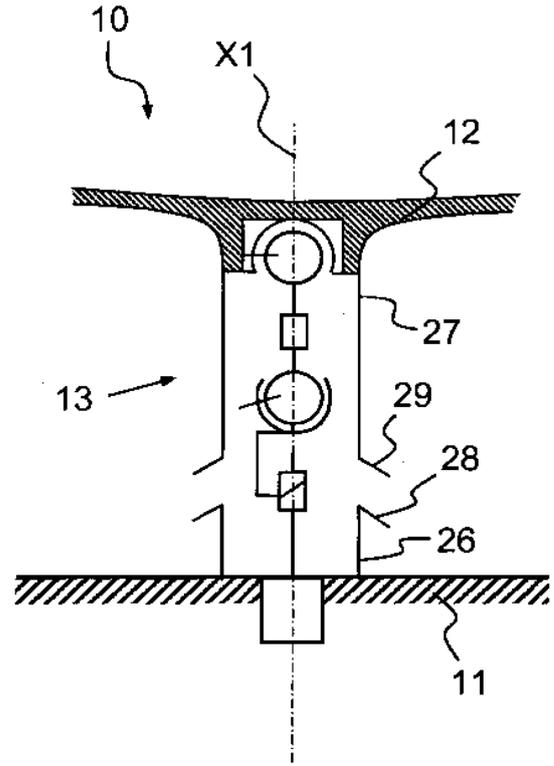


FIG. 2b

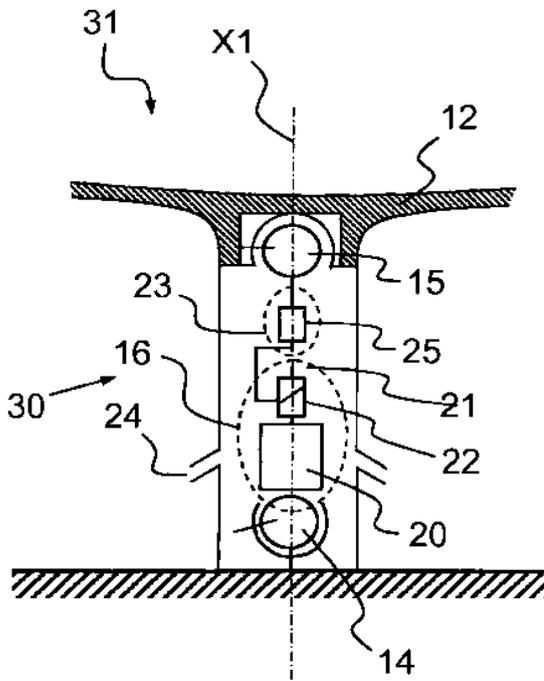


FIG. 3a

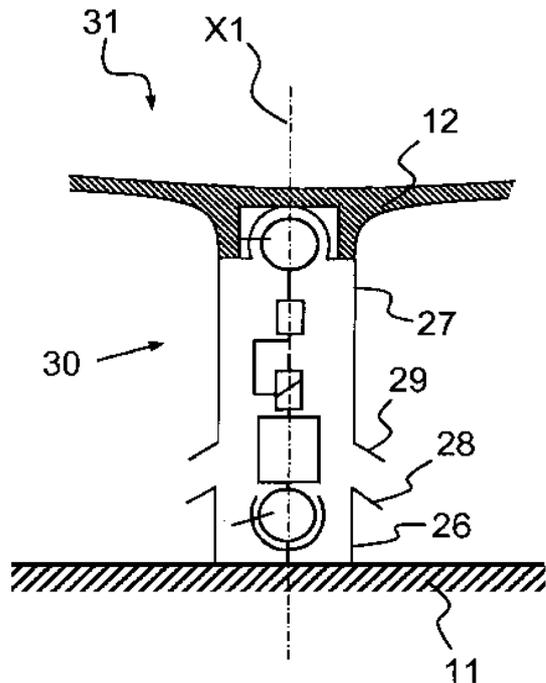


FIG. 3b

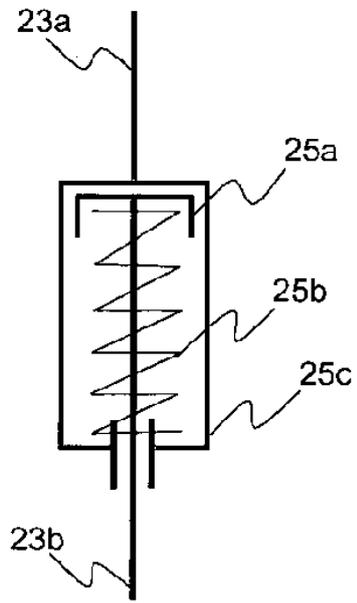


FIG. 4a

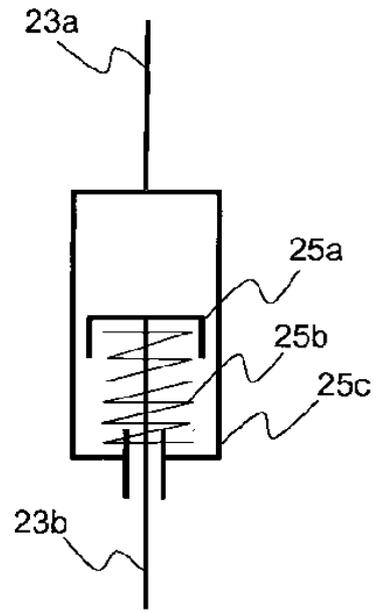


FIG. 4b

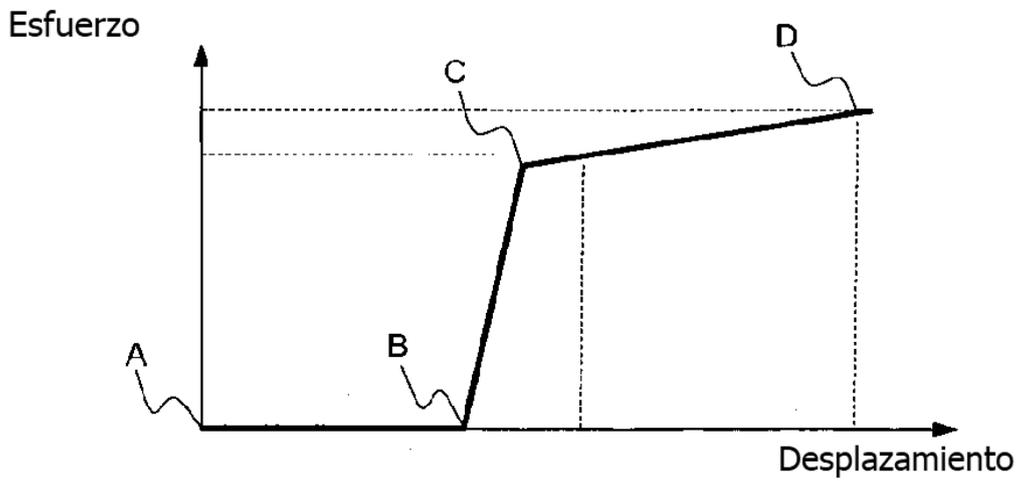


FIG. 4c

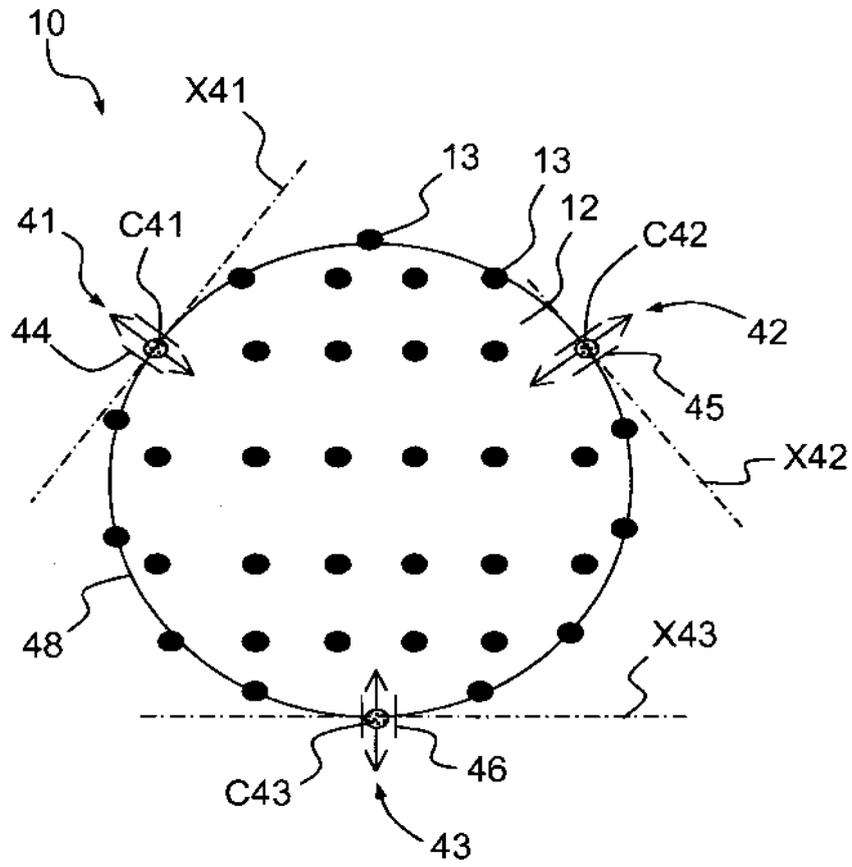


FIG.5a

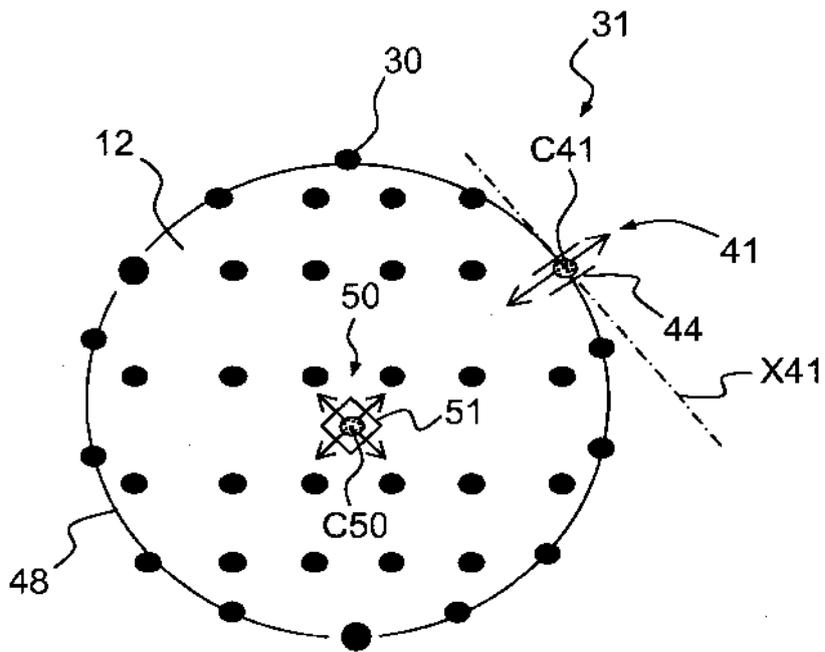


FIG.5b

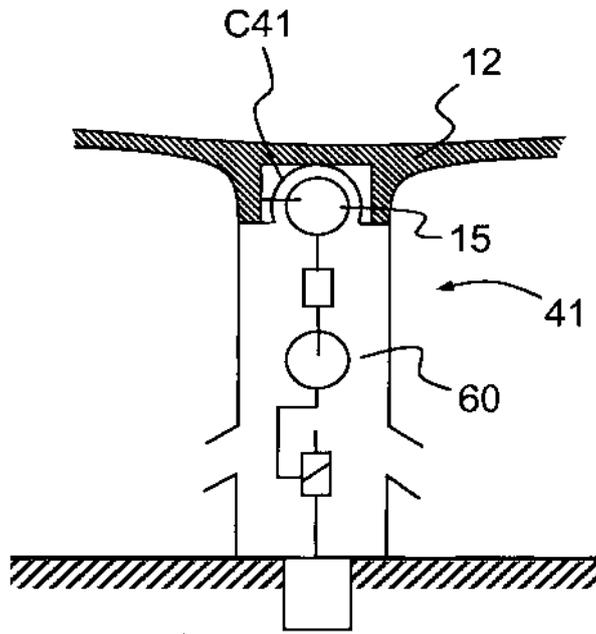


FIG.6a

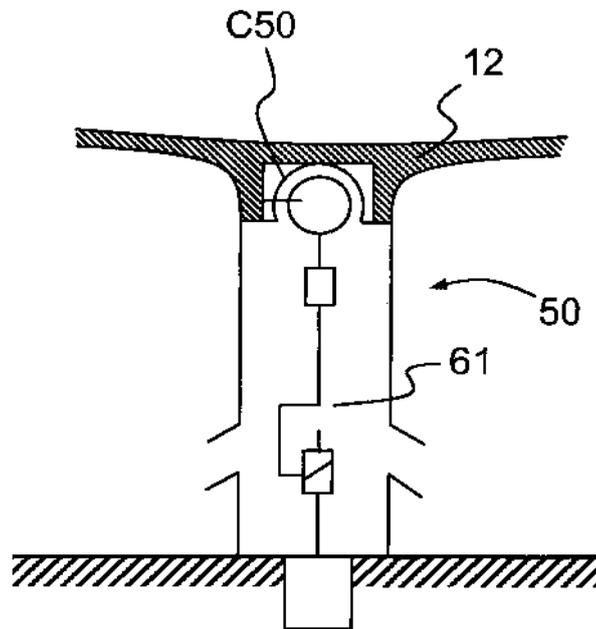


FIG.6b