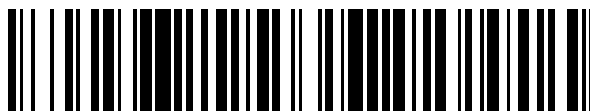


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 675**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/10 (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2014** **E 14169359 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2019** **EP 2808943**

54 Título: **Procedimiento de producción de un reflector de antena con superficie formada, reflector con superficie formada obtenido mediante este procedimiento y antena que comprende tal reflector**

30 Prioridad:

31.05.2013 FR 1301239

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

06.05.2020

73 Titular/es:

THALES (50.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR y
CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES (50.0%)

72 Inventor/es:

SCHREINDER, LUDOVIC;
LEPeltier, PHILIPPE;
FARO, ISABELLE;
DEPEYRE, SERGE y
TAISANT, JEAN-PHILIPPE

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 758 675 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

Procedimiento de producción de un reflector de antena con superficie formada, reflector con superficie formada obtenido mediante este procedimiento y antena que comprende tal reflector

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de producción de un reflector con superficie formada, un reflector con superficie formada obtenido por este procedimiento y una antena que consta de dicho reflector con superficie formada. La invención se aplica al campo de las antenas pasivas de telecomunicaciones por satélite y más particularmente al campo de las telecomunicaciones en banda Ku o en banda C.

10 Para obtener un diagrama de radiación que tenga un contorno predefinido, es conocido utilizar una fuente única asociada con un sistema de reflector o reflectores simple o doble con superficie formada, es decir, una superficie que tiene una geometría específica que define en tierra, una zona de cobertura específica que tiene un contorno no circular, por ejemplo, un país o un grupo de países. Las variaciones de trayectoria óptica entre la fuente y los diferentes puntos del reflector permiten generar haces que tienen un diagrama de fase y amplitud que corresponden a las características del diagrama de radiación deseado.

15 También es posible, con el mismo reflector y utilizando dos fuentes colocadas más cerca del punto focal del reflector, obtener dos diagramas de radiación diferentes que permiten cubrir dos zonas de cobertura geográfica diferentes.

20 Un reflector con superficie formada se produce generalmente utilizando un molde dedicado cuya forma corresponde a una cobertura de antena predeterminada. Con cada cambio de cobertura, por lo tanto, es necesario volver a producir un nuevo molde diferente. Para que el molde no se deforme en temperatura durante la cocción y permita producir un reflector que tenga el perfil especificado, los moldes utilizados se producen en un material con un bajo coeficiente de expansión térmica CTE, por ejemplo, un material que consta de fibras de carbono o un material constituido por una aleación de acero tal como Invar (marca registrada) constituido por fibras de aleación de hierro y de níquel. El problema es que para un funcionamiento en banda Ku, es necesario lograr una precisión de fabricación muy fina, lo que conlleva un gran número de iteraciones durante las cuales se recupera y se afina el perfil del molde. De este modo, para un reflector de dos metros de diámetro, el tiempo de fabricación del molde es aproximadamente del orden de cuatro a seis meses. Para no retrasar el avance de un nuevo programa satelital, la definición precisa de la zona de cobertura a producir se define, por lo tanto, muy temprano en el desarrollo de las fases del programa para comenzar lo antes posible la fabricación del molde. El tiempo de fabricación del molde es, por lo tanto, una limitación muy importante para el avance de un programa y después del comienzo de la fabricación del molde, ya no hay ninguna flexibilidad para redefinir posteriormente la zona de cobertura a producir.

30 Para resolver este problema de flexibilidad, es conocido prescindir de la fabricación de un molde y producir una antena con reflector reconfigurable utilizando una superficie reflectante flexible deformable. Existen diferentes tipos de superficies reflectantes deformables flexibles tales como, por ejemplo, una superficie flexible formada de un tejido de punto o de malla (en inglés: mesh) como se describe en concreto en el documento FR 2 678 111 o una superficie flexible que utiliza fibras de carbono unidas por una silicona o una superficie flexible que utiliza una rejilla de alambres rígidos ortogonales cuyos bordes están libres, estando la rejilla sostenida y limitada a una forma predeterminada solo por puntos de control.

35 También es conocido del documento EP 2 362 489 producir una membrana reflectante deformable con alta reflectividad de radiofrecuencia que consta de una superposición alterna de capas de elastómero conductor y al menos dos capas de refuerzo discontinuas. Esta membrana permite grandes deformaciones en múltiples direcciones en el plano y fuera del plano de la superficie de la membrana, presenta una rigidez a la flexión y un bajo coeficiente de expansión térmica que permite una estabilidad dimensional de la membrana en un intervalo de temperatura compatible con una aplicación espacial y una buena homogeneidad eléctrica para no crear niveles significativos de productos de intermodulación. La membrana se puede reconfigurar en servicio por medio de actuadores mecánicos.

40 Sin embargo, como se describe en los documentos EP2503641, US4750002, Shimizu M: " Study of Shape Control for Modular Mesh Antenna ", Electronics & Communications in Japan, Parte I- Communications, Wiley, Hoboken, NJ, EE. UU., vol. 79, n.º12, 1 de diciembre de 1996, páginas 75-83, XP000679207, los reflectores reconfigurables necesitan la presencia de un gran número de actuadores mecánicos, fijados en la superficie inferior de la membrana en posiciones seleccionadas, que empujan o tiran de la membrana para deformarla y darle la forma deseada. Estos actuadores mecánicos a menudo constan de motores eléctricos de accionamiento giratorio que se pueden acoplar con una articulación esférica, o con un sistema de tuerca asociado a un tornillo sin fin, estando la tuerca fijada a la membrana. El problema es que la presencia de un gran número de actuadores aumenta en gran medida el coste de fabricación del reflector y su peso, lo que es perjudicial en el caso de una aplicación espacial.

45 El objetivo de la invención es realizar un procedimiento de producción de un reflector con superficie formada que no puede ser reconfigurado en servicio y que no presenta los inconvenientes de los procedimientos de fabricación existentes, que no necesitan la producción de un molde específico para cada zona de cobertura de antena deseada, que no consta de actuadores, que permite reducir de forma muy significativa el tiempo de fabricación del reflector y retardar, durante la puesta en marcha de un programa satelital, el momento en el que se debe fijar la elección de la zona de cobertura geográfica en tierra.

Para ello, la invención se refiere a un procedimiento de producción de un reflector de antena con superficie formada, que consiste en producir una carcasa rígida, una membrana flexible y en colocar y fijar la membrana flexible en la carcasa rígida por medio de N barras de apoyo rígidas en N puntos de apoyo diferentes de la membrana flexible, donde N es un número entero mayor que 1, para aplicar N deformaciones locales sobre la membrana flexible con respecto a la superficie del reflector. El procedimiento consiste:

- en definir al menos un objetivo de rendimientos de radiación a producir en una zona de cobertura geográfica en tierra seleccionada,
- en seleccionar una carcasa rígida que tiene un perfil de forma predefinida y en seleccionar una forma inicial de la superficie de la membrana flexible,
- a partir de la forma de la carcasa rígida y de la forma inicial de la superficie de la membrana flexible, en determinar, por iteraciones sucesivas, con ayuda de un modelo mecánico del reflector y de un modelo de la radiación de radiofrecuencia de la antena, N deformaciones locales óptimas a aplicar a los N puntos de apoyo diferentes de la membrana flexible, estando las N deformaciones locales óptimas determinadas por minimización de las divergencias de rendimientos de radiación suministradas en cada iteración, por el modelo de la radiación de radiofrecuencia de la antena, con respecto a los objetivos de rendimientos de radiación a producir en la zona de cobertura geográfica seleccionada,
- en producir N barras de apoyo rígidas de longitudes diferentes, estando los valores de las longitudes de las N barras de apoyo fijados y correspondiendo respectivamente a las N deformaciones locales óptimas.

Ventajosamente, las N barras de apoyo están separadas entre sí y fijadas sobre una cara posterior de la membrana flexible en N puntos de apoyo diferentes de la membrana flexible.

Ventajosamente, las N barras de apoyo tienen además ángulos de inclinación diferentes con respecto a la superficie de la membrana flexible.

Ventajosamente, en cada iteración, el modelo mecánico determina una superficie deformada de la membrana flexible, y el modelo de radiofrecuencia determina y analiza los rendimientos de radiación en la cobertura geográfica producida en tierra que corresponde a la superficie deformada elaborada por el modelo mecánico en la iteración correspondiente.

Ventajosamente, en el caso en que se deben producir objetivos de rendimiento de radiación en dos zonas geográficas diferentes, el procedimiento consiste en determinar las N deformaciones locales óptimas a aplicar en N puntos diferentes de la membrana flexible por minimización de las divergencias de rendimientos de radiación obtenidas en cada iteración con respecto a los objetivos de rendimientos de radiación a producir en las dos zonas de cobertura geográficas seleccionadas.

Otras particularidades y ventajas de la invención quedarán claras en la siguiente descripción dada a título de ejemplo puramente ilustrativo y no limitante, con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos que representan:

- figura 1: un diagrama de bloques del procedimiento de producción del reflector, según la invención;
- figura 2: un diagrama de bloques del procedimiento de optimización de la forma de la superficie de la membrana del reflector, según la invención;
- figura 3: una vista, en corte transversal, de un ejemplo de porción de reflector de antena, según la invención;
- figuras 4a y 4b: dos esquemas, en perspectiva, de un reflector de antena con superficie formada, según la invención;
- figura 5a: un ejemplo de antena simple offset con un solo reflector con una membrana reflectante montada sobre el reflector, según la invención;
- figura 5b: un ejemplo de antena Gregoriana con doble reflector con una membrana reflectante montada sobre el reflector principal, según la invención

Como se representa en el diagrama de bloques de la figura 1, la invención consiste en una primera etapa 100, en definir objetivos de rendimientos de radiación a producir en una zona de cobertura geográfica en tierra seleccionada y en seleccionar una arquitectura de antena y una estructura de reflector. Para reducir de forma muy significativa el tiempo de fabricación del reflector con superficie formada, la invención consiste en definir una nueva estructura de reflector con superficie formada que se puede producir a partir de una preforma rígida con superficie de forma predefinida, por ejemplo de forma parabólica, obtenida por moldeo en un molde de reflector estándar y que forma un soporte rígido sobre el que se fijará una membrana flexible por medio de barras de apoyo rígidas.

En una etapa 200, se producen la preforma rígida y la membrana flexible. La preforma rígida está constituida preferentemente por una carcasa rígida espesa cuya cara delantera tiene un perfil de forma predefinida, por ejemplo un perfil de forma parabólica.

En una etapa 300, la invención consiste, a partir de las propiedades mecánicas de la membrana flexible y de al menos un objetivo de rendimientos de radiación a respetar en cada punto de la zona de cobertura geográfica a producir en tierra, en seleccionar el número y las posiciones de los puntos de apoyo a aplicar en la superficie posterior de la membrana flexible y en definir, por iteraciones sucesivas, deformaciones locales óptimas a aplicar a la membrana flexible en los diferentes puntos de apoyo para obtener un diagrama de radiación de la antena que tiene rendimientos que corresponden a los objetivos fijados en la zona de cobertura en tierra seleccionada. Las deformaciones locales

aplicadas a la membrana, en cada punto de apoyo, dependen directamente de las diferentes longitudes de cada barra de apoyo correspondiente. Las deformaciones locales a aplicar a la membrana se optimizan por el procedimiento de optimización representado en el diagrama de bloques de la figura 2.

5 En una etapa 400, a partir de la superficie deformada obtenida en la etapa 300 y de los parámetros de las barras de apoyo correspondientes, se producen barras de apoyo, estando cada barra de apoyo cortada a la longitud que corresponde a las deformaciones locales óptimas a aplicar a la membrana.

10 En una etapa 500, el emplazamiento de cada barra de apoyo está marcado en la superficie de la carcasa del reflector. Por ejemplo, las barras de apoyo pueden estar distribuidas regularmente en la superficie de la carcasa del reflector y según una malla cuadrada o hexagonal o triangular. Como alternativa, las barras de apoyo también pueden estar distribuidas según una malla irregular que permite mejorar los rendimientos de radiofrecuencia de la antena. También es posible utilizar una plantilla de situación de espuma para ayudar en la situación precisa de las barras de apoyo. La plantilla de espuma se puede realizar mediante maquinado y constar de agujeros que facilitan el acceso a las conexiones de las barras. La plantilla de espuma se sitúa sobre la superficie de la carcasa del reflector y puede constar de una impresión que marca los emplazamientos de los segundos extremos de las barras de apoyo en la membrana flexible. Un primer extremo de cada barra de apoyo se sitúa y se pega entonces en la superficie de la carcasa del reflector, en los emplazamientos marcados previamente. Por ejemplo, las barras de apoyo pueden constar de una sección de forma cuadrada o circular para facilitar su situación. La membrana flexible se pega a continuación a cada segundo extremo de las barras de apoyo. El montaje se realiza sin limitación gracias a la orientación y a la longitud adecuada de las barras de apoyo.

20 Como se representa en la figura 2, el procedimiento de optimización utilizado en la etapa 300 consta de una etapa 320 de inicialización en la que se definen los parámetros iniciales de las barras de apoyo. Estos parámetros seleccionados inicialmente para cada punto de apoyo de la membrana flexible son el número, el emplazamiento, las longitudes y eventualmente el ángulo de inclinación de las barras de apoyo. Bucles iterativos sucesivos permiten a continuación, a partir de la forma inicial de la superficie de la membrana definida por los parámetros iniciales de las barras de apoyo
25 en cada punto de apoyo, optimizar los parámetros de las barras de apoyo, y en particular sus longitudes respectivas en los diferentes puntos de apoyo de la membrana, para alcanzar los rendimientos de radiación fijados.

30 En cada iteración k, el procedimiento de optimización utiliza un modelo mecánico 321 del reflector que determina una superficie deformada 322 de la membrana y un modelo de radiofrecuencia RF 323 que determina y analiza los rendimientos de radiación 326 en la zona de cobertura geográfica producida en tierra que corresponde a la superficie deformada 322 elaborada por el modelo mecánico 321.

35 El modelo mecánico 321 es un modelo de elementos finitos que consta de N puntos de apoyo, donde N es un número entero mayor que uno, y tiene en cuenta la geometría del reflector seleccionado, el material seleccionado para la membrana y las propiedades de deformaciones de la membrana. El modelo mecánico 321 permite, en cada iteración k considerada, a partir de una hipótesis relativa a los valores de deformaciones aplicadas localmente a los diferentes puntos de apoyo de la membrana, determinar la forma de la superficie de la membrana que corresponde a las deformaciones aplicadas localmente. A partir de la forma de la superficie de la membrana suministrada por el modelo mecánico 321 en la iteración k considerada, el modelo de radiofrecuencia 323 determina a continuación los rendimientos 326 del diagrama de radiación de la antena obtenidos en la zona de cobertura geográfica en tierra a producir. Las divergencias 327 entre los rendimientos de radiación obtenidos y el objetivo de rendimientos fijado 324 se calculan entonces en diferentes puntos de la zona de cobertura en tierra y se comparan con un umbral máximo. Cuando las divergencias son superiores al umbral máximo, se utiliza un algoritmo 328 de minimización de las divergencias para definir una nueva hipótesis de valores de los parámetros de las barras de apoyo 329, que corresponden a nuevos valores de deformaciones locales a aplicar a la membrana, que permiten minimizar, en la iteración siguiente k+1, las divergencias obtenidas y acercarse al objetivo fijado. Los valores de los parámetros de las barras de apoyo se validan en la etapa 330 cuando las divergencias de rendimientos obtenidas en la última iteración considerada son inferiores al umbral máximo.

40 El objetivo fijado puede concernir a niveles de rendimientos de uno o de varios parámetros del diagrama de radiación de la antena tal como por ejemplo, en el caso de una antena que funciona en doble polarización lineal, un objetivo que concierne a un nivel máximo y un nivel mínimo de co-polarización y un objetivo que concierne a un nivel máximo de polarización cruzada. Cuando los niveles de rendimientos a producir conciernen a varios parámetros diferentes, los objetivos de niveles de rendimientos que corresponden a los diferentes parámetros se pueden ponderar mediante pesos diferentes. La optimización puede realizarse además para varias frecuencias diferentes.

45 En el caso en que el reflector debe cubrir dos zonas de coberturas geográficas diferentes utilizando dos fuentes colocadas más cerca del punto focal del reflector, los objetivos de rendimientos a producir en las dos zonas de cobertura geográficas son tenidos en cuenta y la optimización se realiza siguiendo las mismas etapas para cada zona de cobertura. En ese caso, el procedimiento consiste en definir objetivos de rendimiento a producir en las dos zonas geográficas diferentes y en determinar las N deformaciones locales 14 óptimas a aplicar en N puntos diferentes de la membrana flexible por minimización de las divergencias de rendimientos de radiación obtenidas en cada iteración k con respecto a los objetivos de rendimientos de radiación a producir en las dos zonas de cobertura geográficas
55 seleccionadas.
60

Se pueden utilizar diferentes algoritmos de minimización de las divergencias de rendimientos. Por ejemplo, es posible utilizar el algoritmo de optimización, llamado algoritmo MiniMax, que consiste en minimizar el valor máximo de m funciones de divergencias $f_i(x)$ diferentes, donde cada función f_i es una divergencia de rendimiento obtenida con respecto a un objetivo fijado, m es el número total de objetivos fijados, i es un número entero que varía entre 1 y m , x es un vector que contiene n variables que corresponden a las longitudes respectivas de las n barras de apoyo, siendo m mayor o igual a n . En lugar del algoritmo Mini-Max, también es posible utilizar el algoritmo de optimización, llamado algoritmo de los mínimos cuadrados (en inglés el least-square algorithm), que consiste en minimizar la suma de los cuadrados de las m funciones de divergencias $f_i(x)$ diferentes.

La forma inicial de la membrana se puede, por ejemplo, seleccionar como una forma parabólica idéntica a la forma de la carcasa espesa del reflector, lo que corresponde a barras de apoyo de longitudes idénticas.

La arquitectura de antena seleccionada puede ser, por ejemplo, una arquitectura de antena simple offset y consta de un solo reflector 10 como se representa por ejemplo en la figura 5a, o una arquitectura de antena Gregoriana, como se representa por ejemplo en la figura 5b, constar de un reflector principal 10 y un sub-reflector 15. En el caso de la utilización de una antena Gregoriana, el reflector principal 10 es de superficie formada y se define y se fabrica de acuerdo con el procedimiento de fabricación de la invención. También es posible utilizar un sub-reflector 15 con superficie formada.

Las figuras 3, 4a y 4b representan un ejemplo de estructura de reflector de antena con superficie formada, producida de acuerdo con el procedimiento de producción de la invención. El reflector 10 consta de un soporte rígido constituido de una carcasa rígida 11 espesa que tiene una cara delantera de forma predefinida, por ejemplo parabólica, y una membrana flexible 12, deformable y que consta de una cara delantera reflectante, estando la cara posterior de la membrana flexible fijada rígidamente en la carcasa rígida 11 por N barras de apoyo 13 transversales de diferentes longitudes predeterminadas, donde N es un número entero mayor que uno. La carcasa rígida del reflector se produce, preferentemente, por moldeo en un molde de reflector estándar. Las N barras de apoyo también pueden situarse según ángulos de inclinación diferentes con respecto a la superficie de la membrana flexible 12. Cada barra de apoyo 13 consta de dos extremos opuestos fijados rígidamente respectivamente en la cara delantera de la carcasa rígida 11 y en la cara posterior de la membrana flexible 12, mediante cualquier medio de fijación rígida conocido, por ejemplo por encolado o remachado. Las barras de apoyo 13 están separadas entre sí y situadas en puntos de apoyo diferentes predeterminados. Los puntos de apoyo pueden estar localizados en toda la superficie de la cara posterior de la membrana flexible 12 como se representa en la figura 4b, a excepción de una región periférica de la membrana flexible que no está conectada a la carcasa rígida 11 y permanece libre en los bordes periféricos del reflector 10. Al estar la membrana flexible 12 libre en los bordes periféricos del reflector 10, las barras de apoyo más cercanas a los bordes del reflector definen las deformaciones en los bordes de la membrana flexible 12 y permiten optimizar la discriminación de la polarización cruzada y los lóbulos secundarios del diagrama de radiación de la antena. A modo de ejemplo, una distribución hexagonal de las barras de apoyo permite controlar mejor las deformaciones en los bordes de la membrana flexible que una distribución cuadrada. También es posible añadir algunas barras de apoyo en los bordes periféricos del reflector para mejorar el control de la región periférica de la membrana. Cada barra de apoyo 13 aplica, en el punto de fijación en la membrana flexible 12 reflectante, una deformación local 14 que depende de la longitud de la barra de apoyo 13 correspondiente. La cara delantera reflectante de la membrana flexible 12 se ajusta, por lo tanto, a una forma que depende de la longitud de cada barra de apoyo 13. Las longitudes de cada barra de apoyo 13 están predeterminadas, en cada punto de apoyo, y definidas en función de la arquitectura y de las dimensiones de la antena seleccionada para cumplir la misión del satélite y en función de los rendimientos de radiación deseados para optimizar el diagrama de radiación de la antena en una zona de cobertura en tierra que corresponde a la deseada. Después de la fijación de las barras de apoyo 13 en la carcasa rígida 11 del reflector 10 y en la membrana flexible 12, sus longitudes respectivas ya no se pueden modificar y, por lo tanto, no es posible modificar la forma de la membrana flexible en vuelo después de la puesta en servicio del satélite en el que está montada la antena equipada con el reflector de acuerdo con la invención.

La membrana flexible 12 puede fijarse directamente a las barras de apoyo 13 por medio de conexiones con articulaciones esféricas dobles con perno o con fibras secas. La utilización de conexiones con articulaciones esféricas dobles presenta la ventaja de permitir movimientos locales de la membrana en su plano local y de minimizar el impacto de los efectos termo-elásticos en la membrana deformada y las tensiones correspondientes en el material de la membrana.

Según un ejemplo de realización, la carcasa 11 del reflector 10 puede producirse en material compuesto y constar de una estructura multicapa, simétrica en espesor, tal como una capa interna en nido de abeja intercalada entre dos depósitos externos de carbono. Las barras de apoyo 13 se pueden producir en carbono y tienen longitudes diferentes comprendidas normalmente entre 50 mm y 100 mm. La membrana flexible 12 puede constar, en espesor según una dirección Z , de una, o más de una, capa interna que puede estar constituida por ejemplo por un tejido de fibras de carbono, estando las fibras de carbono dispuestas paralelamente al plano XY de la membrana y que se extienden según dos direcciones ortogonales, y una capa externa reflectante colocada en la cara delantera de la membrana, pudiendo la capa externa estar constituida por ejemplo por un material elastómero conductor, pudiendo el material elastómero conductor estar constituido por un material de silicona resistente a las radiaciones electromagnéticas y cargado con partículas de metal o de carbono. Un material elastómero conductor tiene la ventaja de constar de propiedades elásticas que permiten deformaciones de la membrana fuera de su plano XY al contrario que un material

5 de metal puro que puede, bajo el efecto de las deformaciones termoelásticas, generar micro-fisuras y convertirse en una fuente potencial de señales de intermodulación. Además, una membrana de elastómero conductor o que consta de capas de tejido de fibras de carbono biaxiales y una capa externa de material elastómero conductor tiene muy buenos rendimientos en reflectividad de radiofrecuencia y genera pocas señales parásitas de intermodulación en la banda de recepción. Sin embargo, la utilización de un material de sílicona cargada en la cara delantera de la membrana no es obligatoria. Esta utilización está en función del nivel de señales de intermodulación especificado. Se puede utilizar cualquier otro tipo de membrana deformable o de tejido deformable como superficie reflectante del reflector.

10 Aunque se haya descrito la invención con relación a modos de realización particulares, es más que evidente que no se limita de ninguna manera a ellos y que comprende todos los equivalentes técnicos de los medios descritos, así como sus combinaciones si estas entran en el contexto de la invención. En particular, se puede utilizar cualquier membrana reflectante flexible que responda a las exigencias de radiofrecuencia deseadas. Las deformaciones o las superficies accesibles por la membrana flexible dependen de las propiedades mecánicas de dicha membrana, es decir, que dos tecnologías diferentes de membrana flexible pueden desembocar en superficies diferentes pero a niveles de rendimientos comparables. Asimismo, la carcasa rígida del reflector puede producirse en un material diferente del
15 descrito precisamente dado que posee las propiedades mecánicas requeridas por la misión a realizar y puede tener una forma predefinida que no es parabólica. Los rendimientos de radiofrecuencia obtenidos con el reflector con membrana flexible son comparables a los rendimientos obtenidos con las tecnologías de los reflectores formados convencionales.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento de producción de un reflector de antena con superficie formada, que consiste en producir una carcasa rígida (11), una membrana flexible (12) y en situar y fijar (500) la membrana flexible (12) sobre la carcasa rígida (11) por medio de N barras de apoyo (13) rígidas en N puntos de apoyo diferentes de la membrana flexible, en el que N es un número entero mayor que 1, para aplicar N deformaciones locales sobre la membrana flexible con respecto a la superficie del reflector, que consiste:
- en definir (100) al menos un objetivo de rendimientos de radiación a producir en una zona de cobertura geográfica en tierra seleccionada,
 - 10 - en seleccionar una carcasa rígida (11) que tiene un perfil de forma predefinida y en seleccionar una forma inicial de la superficie de la membrana flexible (12),
 - a partir de la forma de la carcasa rígida (11) y de la forma inicial de la superficie de la membrana flexible (12), determinar (300), por iteraciones sucesivas, con ayuda de un modelo mecánico (321) del reflector (10) y de un modelo de la radiación de radiofrecuencia (323) de la antena, N deformaciones locales (14) óptimas a aplicar a los N puntos de apoyo diferentes de la membrana flexible,
- 15 estando el procedimiento **caracterizado porque** las N deformaciones locales óptimas (14) se determinan por minimización de las divergencias de rendimientos de radiación suministradas en cada iteración (k) por el modelo de la radiación de radiofrecuencia de la antena, con respecto a los objetivos de rendimientos de radiación a producir en la zona de cobertura geográfica seleccionada, y **porque** consiste en producir N barras de apoyo (13) rígidas de longitudes diferentes, estando los valores de las longitudes de las N barras de apoyo fijados y correspondiendo respectivamente
- 20 a las N deformaciones locales óptimas (14).
2. Procedimiento de producción según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las N barras de apoyo (13) están separadas entre sí y fijadas sobre una cara posterior de la membrana flexible en N puntos de apoyo diferentes de la membrana flexible (12).
- 25 3. Procedimiento de producción de un reflector de antena según la reivindicación 2, **caracterizado porque** las N barras de apoyo (13) tienen además ángulos de inclinación diferentes con respecto a la superficie de la membrana flexible (12).
- 30 4. Procedimiento de producción de un reflector de antena según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en cada iteración (k), el modelo mecánico (321) determina una superficie deformada (322) de la membrana flexible, y **porque** el modelo de radiofrecuencia (323) determina y analiza los rendimientos de radiación (326) en la cobertura geográfica producida en tierra que corresponde a la superficie deformada elaborada por el modelo mecánico (321) en la iteración (k) correspondiente.
- 35 5. Procedimiento de producción de un reflector de antena según la reivindicación 1, **caracterizado porque** consiste en definir objetivos de rendimiento de radiación a producir en dos zonas geográficas diferentes y en determinar las N deformaciones locales (14) óptimas a aplicar en N puntos diferentes de la membrana flexible por minimización de las divergencias de rendimientos de radiación obtenidos en cada iteración (k) con respecto a los objetivos de rendimientos de radiación a producir en las dos zonas de cobertura geográficas seleccionadas.

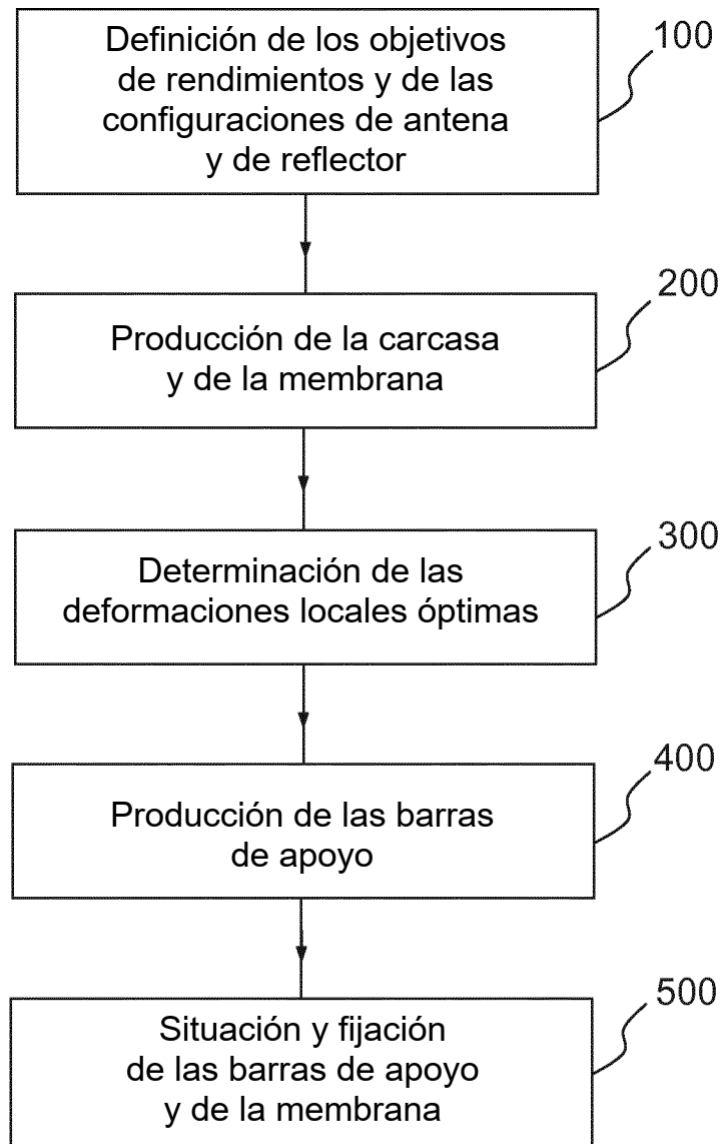


FIG.1

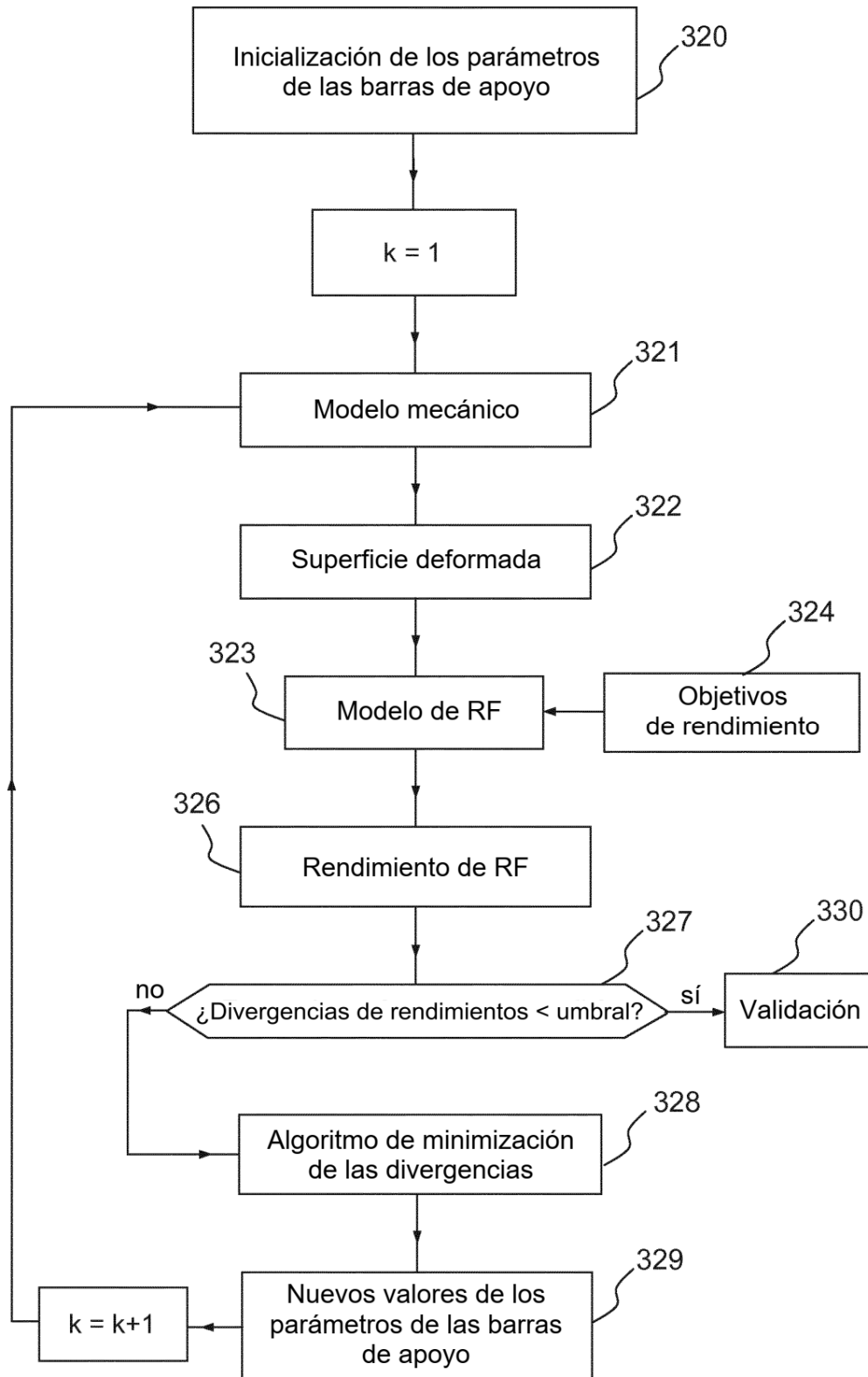


FIG.2

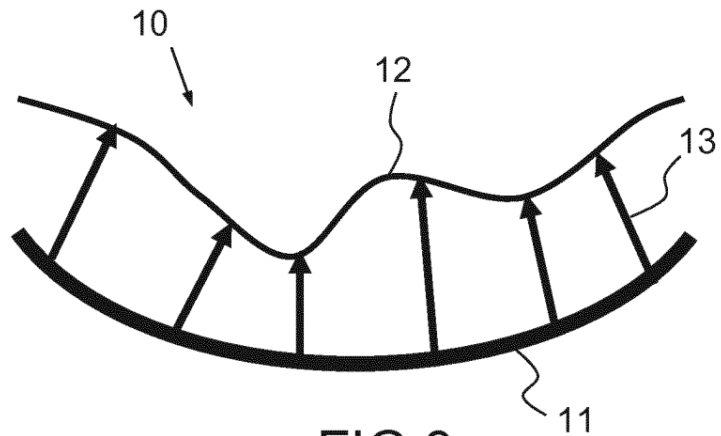


FIG. 3

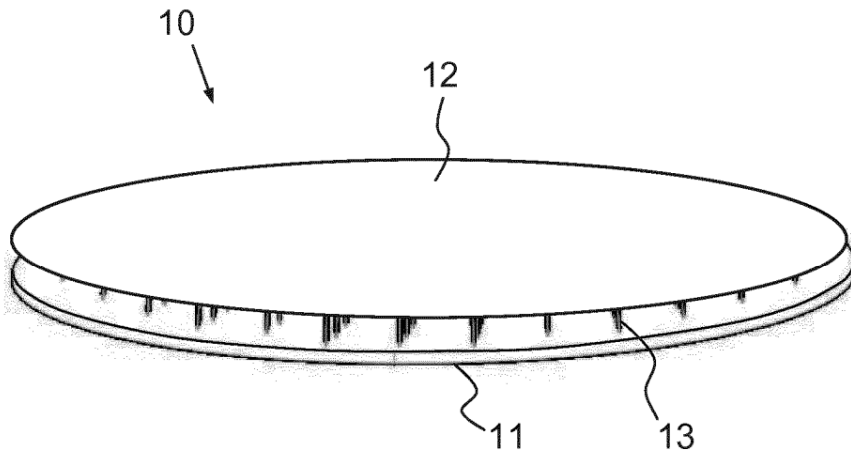


FIG. 4a

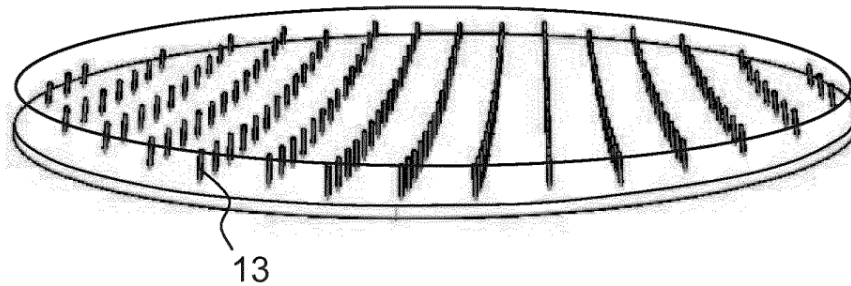


FIG. 4b

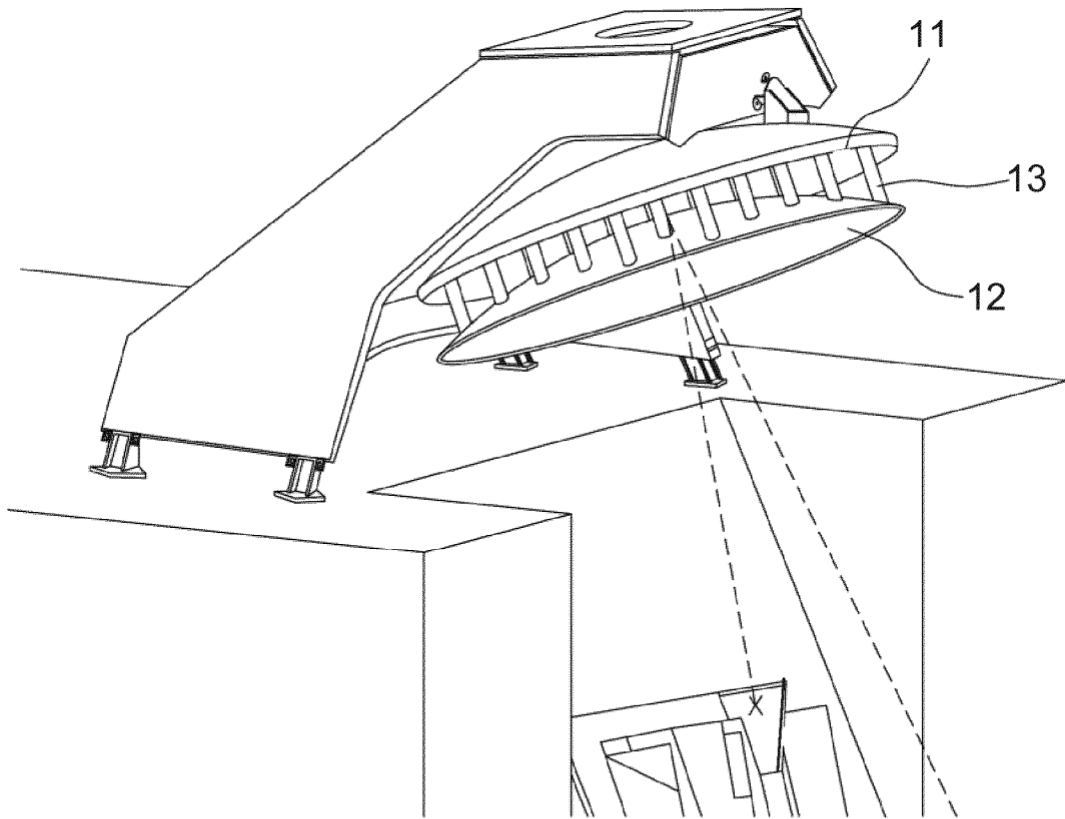


FIG.5a

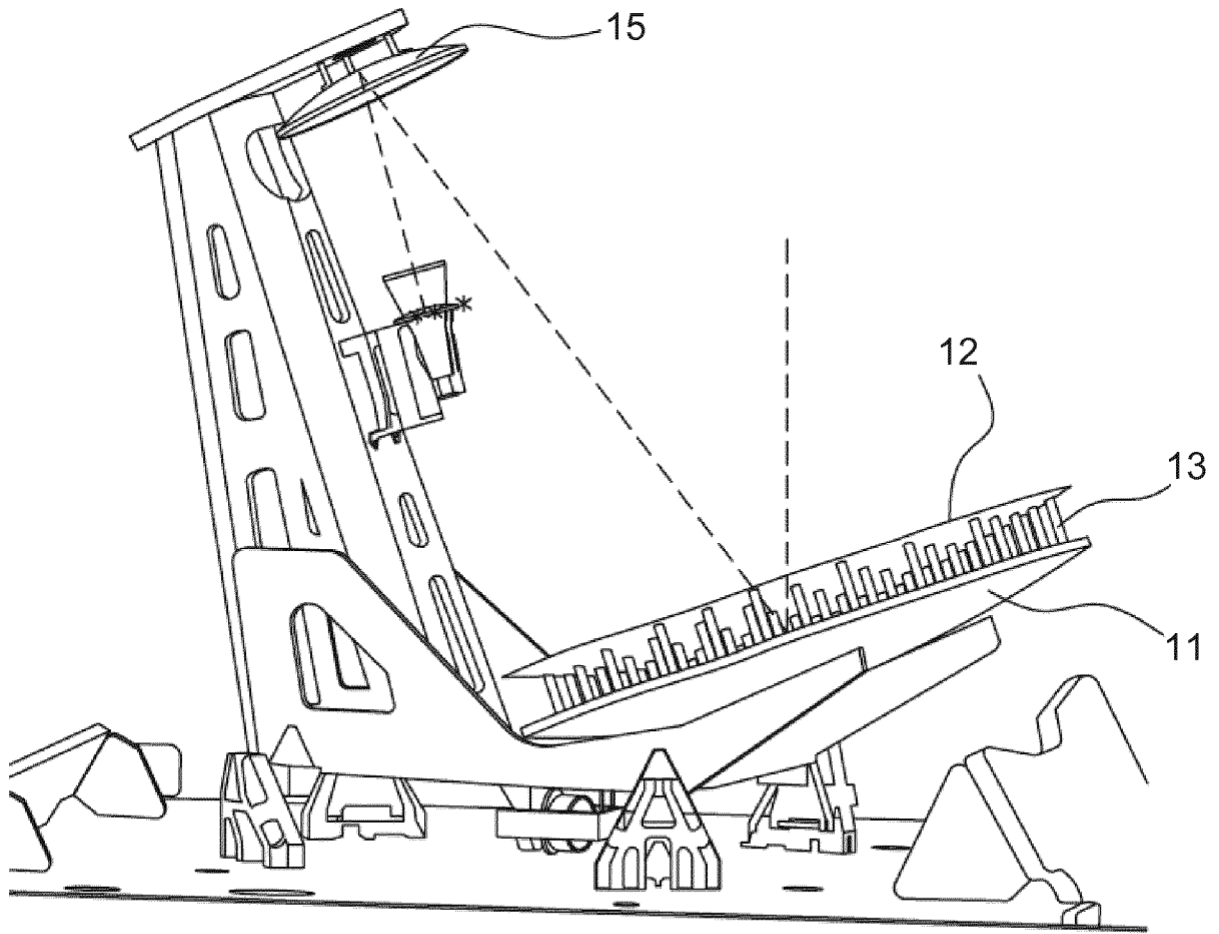


FIG.5b