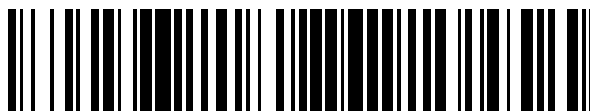


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 874 538**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/17 (2006.01)

H01Q 1/12 (2006.01)

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 3/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.07.2019 PCT/EP2019/068880**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2020 WO20012007**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.07.2019 E 19737143 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.04.2021 EP 3714510**

54 Título: **Antena de reflector alimentado por red directiva**

30 Prioridad:

12.07.2018 GB 201811459

25.09.2018 EP 18290107

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

05.11.2021

73 Titular/es:

AIRBUS DEFENCE AND SPACE LIMITED (50.0%)

Gunnels Wood Road

Stevenage, Hertfordshire SG1 2AS, GB y

AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (50.0%)

72 Inventor/es:

STIRLAND, SIMON y

FRAGNOL, DENIS

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 874 538 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 reflector alimentado por red directiva

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una antena reconfigurable y, en particular, a una antena de reflector alimentado por red directiva (AFR, por su sigla en inglés) con función de zoom.

10 Antecedentes técnicos

Una antena AFR utiliza un reflector para transmitir o recibir señales de radiofrecuencia (RF) y una red directiva de bocinas de alimentación que transmiten las señales de RF entre el reflector y una o más redes de conformación de haz analógicas o digitales. Cada alimentación genera su propio haz unitario individual, y cada uno de los haces de la antena se construye mediante la superposición de haces unitarios provenientes de alimentaciones individuales. La posición de una alimentación determina la dirección de su haz unitario.

Las antenas AFR se utilizan comúnmente para comunicaciones de banda L, S, Ka y Ku, y permiten generar múltiples haces flexibles dentro de un campo de visión limitado, utilizando menos alimentaciones (por ende, una conformación de haz más simple) de lo que sería necesario en una red directiva de antenas en fase de radiación directa del mismo tamaño de apertura.

Una antena AFR normalmente tiene una configuración que depende de la aplicación particular de la antena. Los sistemas AFR totalmente enfocados (FAFR, por su sigla en inglés) son aquellos en los que la red directiva de alimentación está dispuesta en el plano focal del reflector, mientras que los sistemas totalmente desenfocados (sistemas de antenas en fase con visualización de imágenes, IPA, por sus siglas en inglés) son aquellos en los que la red directiva de alimentación se posiciona mucho más cerca del reflector que su plano focal. La configuración particular que se ha de utilizar depende de uno o más de una serie de parámetros determinados por los requisitos de la misión, por ejemplo, la energía disponible por haz puntual («concentración de energía»), la complejidad del concentrador del haz asociada con la formación de cada haz individual, el número total de alimentaciones necesarias para un requisito de directividad determinado, el tamaño de apertura del reflector y otros parámetros. También se pueden usar configuraciones intermedias entre FAFR e IPA, a las que se hace referencia en el presente documento como sistemas AFR «desenfocados» (DAFR, por su sigla en inglés).

El documento US 2004/0189538 A1 se conoce a partir de la técnica anterior y describe un sistema de antena para satélites militares que tiene un mecanismo de posicionamiento giratorio concebido para modificar la posición del reflector iluminado mediante la activación seleccionable de elementos de la red directiva de alimentación en el eje de alimentación para ajustar mediante zoom el ancho del haz a una medida específica.

40 Resumen de la invención

La invención se define en la reivindicación independiente. En las reivindicaciones dependientes se exponen características opcionales.

Las realizaciones de la presente invención proporcionan un conjunto AFR con un reflector que posee función de zoom mediante el cual es posible reconfigurar la antena AFR. El reflector con función de zoom de tales realizaciones, conseguido a través de un mecanismo para mover la posición del reflector en relación con la posición de la red directiva de alimentación, aporta flexibilidad en órbita para el control de la posición relativa entre la región focal del reflector y la posición de la red directiva de alimentación.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de antena AFR que comprende una antena AFR que a su vez comprende una red directiva de alimentación, un reflector y un mecanismo para mover una posición del reflector en relación con una posición de la red directiva de alimentación de modo que una región focal del reflector se pueda mover con respecto a la posición de la red directiva de alimentación.

El mecanismo puede comprender un brazo telescópico que acopla el reflector a un soporte de red directiva de alimentación, de modo que el reflector tenga función de zoom con respecto a la red directiva de alimentación.

El brazo telescópico se puede disponer para ajustar el reflector mediante zoom de modo que la antena AFR se pueda configurar como AFR totalmente enfocado, AFR totalmente desenfocado y AFR parcialmente desenfocado.

5 El reflector tiene un tamaño configurado en función de una distancia máxima entre el reflector y la red directiva de alimentación proporcionada por el brazo telescópico.

El mecanismo puede comprender medios para inclinar el reflector en relación con la orientación de la red directiva de alimentación.

10 El conjunto de antena AFR puede comprender además medios para aplicar una función de conformación a la superficie del reflector, donde los medios para aplicar una función de conformación comprenden uno o más actuadores acoplados a una o más secciones móviles de la superficie del reflector.

15 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema que comprende un conjunto de antena AFR como se define anteriormente, y un medio de control para recibir una señal desde una estación terrestre para controlar el accionamiento del mecanismo.

20 El sistema puede comprender además medios de optimización para determinar una función de conformación óptima para la superficie del reflector de acuerdo con la posición relativa del reflector y de la red directiva de alimentación.

25 Para aplicaciones con requisitos dinámicamente variables, es posible que la misma antena AFR no sea adecuada cada vez que cambie el requisito. Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención permiten, como ventaja, que un sistema de antena AFR reconfigurable cumpla diferentes requisitos de misión a diferencia de las disposiciones de configuración estática de la técnica anterior.

Breve descripción de los dibujos

Se describirán realizaciones de la presente invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a las siguientes figuras, en las que:

30 La Figura 1 ilustra un conjunto AFR según realizaciones de la presente invención, con una configuración totalmente enfocada;

la Figura 2 ilustra un conjunto AFR según realizaciones de la presente invención, con una configuración desenfocada;

35 la Figura 3 ilustra un proceso según realizaciones de la presente invención para optimizar la forma de un reflector de antena AFR; y

la Figura 4 ilustra un sistema, según realizaciones de la presente invención, para optimizar de manera dinámica la forma de un reflector de antena AFR en órbita.

40 Descripción detallada

La Figura 1 ilustra un conjunto AFR según realizaciones de la presente invención. El conjunto AFR comprende una antena AFR, que incluye una red directiva de alimentación 10 y un reflector 20. La red directiva de alimentación 10 comprende una pluralidad de bocinas de alimentación 11 que interactúan con redes de conformación de haz (no mostradas) para permitir la transmisión o recepción de señales de RF a través del reflector 20. El tamaño de las bocinas de alimentación 11 en relación con el reflector 20 está exagerado para facilitar la explicación. El conjunto AFR está concebido para ser utilizado en un satélite y se puede acoplar a cualquier satélite adecuado que procese y enrute señales de RF entrantes o salientes a través del reflector 20.

50 Durante el funcionamiento, los haces necesarios para la antena se sintetizan ponderando adecuadamente las contribuciones de subconjuntos particulares de la red directiva de alimentación 10, teniendo en cuenta requisitos de ganancia de haz, niveles de lóbulos laterales, y otros factores. Como ejemplo, la antena Inmarsat 4 tiene una red directiva de 120 alimentaciones, y genera un total cercano a 250 haces, utilizando cada uno de ellos contribuciones de hasta aproximadamente 20 de los 120 elementos. En este tipo de antena, la envolvente de la red directiva de alimentación es similar a la forma de cobertura total, ya que cada elemento genera un haz unitario cuya dirección está determinada por la posición física del elemento en la red directiva. Por lo tanto, la red directiva de alimentación de Inmarsat 4 es aproximadamente circular, ya que se requiere que la antena cree varios haces que abarquen la tierra visible.

60 El reflector 20 en la configuración ilustrada en la Figura 1 es un reflector paraboloidal, para simplificar la descripción,

que tiene un punto focal 21 (ilustrado mediante la convergencia de dos trayectorias de señal 22). Con un reflector paraboloidal 20, la forma de la red directiva de alimentación 10 coincide con la forma de la cobertura total de la antena. El conjunto AFR comprende además un mecanismo 30 para mover la posición del reflector 20 en relación con la posición de la red directiva de alimentación 10, de modo que el punto focal 21 del reflector se pueda mover con respecto a la posición de la red directiva de alimentación 10.

En las realizaciones ilustradas, el mecanismo 30 adopta la forma de un brazo telescópico 31 o pluma que acopla el reflector 20 a una superficie de montaje 12 de la red directiva de alimentación 10, de modo que el reflector 20 se pueda mover con respecto a la red directiva de alimentación 10 a lo largo de la dirección de la extensión longitudinal del brazo 31. El brazo telescópico 31 es accionado por un actuador 32, alimentado, por ejemplo, desde la carga útil del satélite, bajo el control de una señal de control recibida desde un medio de control, tal como un módulo de control a bordo de una carga útil de satélite (no mostrado) al que se acopla el conjunto AFR, o directamente desde una estación terrestre, recibida a través del enlace ascendente de la antena AFR, o desde otro satélite en una constelación en la que está configurada la antena AFR. La señal de control permite la reconfiguración de la antena AFR en órbita.

En las realizaciones ilustradas, el actuador 32 está dispuesto en la superficie de montaje 12 de la red directiva de alimentación 10, de modo que el reflector 20 se pueda mover hacia o fuera de la red directiva de alimentación 10 mediante la respectiva retracción o extensión del brazo telescópico 31.

La configuración de la Figura 1 ilustra el reflector 20 posicionado de modo que la red directiva de alimentación 10 se encuentre dentro del plano del punto focal 21 del reflector 20. Por tanto, la configuración de la Figura 1 es la de un sistema FAFR.

La Figura 2 ilustra el conjunto AFR de la Figura 1 en el que el brazo telescópico 31 se ha retraído, en relación con su posición extendida de la Figura 1. La retracción del brazo telescópico 31 provoca que el punto focal 21 del reflector 20 quede detrás de la red directiva de alimentación 10, de modo que la configuración de la Figura 2 sea la de un sistema DAFR. En el sistema DAFR, varias alimentaciones 11 contribuyen a la formación de un haz, gestionado por la red de conformación de haz.

Se apreciará que se pueden realizar varias modificaciones a las configuraciones ilustradas en las Figuras 1 y 2 sin apartarse del alcance de la invención. Dichas modificaciones se describen a continuación.

Aunque el brazo telescópico 31 se ilustra acoplado a una superficie de montaje 12 de la red directiva de alimentación 10, también se puede acoplar a una superficie en la carga útil del satélite en la que está montado el conjunto AFR. Por tanto, el brazo telescópico 31 es capaz de mover el reflector 20 en relación con la red directiva de alimentación 10 sin estar acoplado directamente a la red directiva de alimentación 10.

Se ha descrito anteriormente que el actuador 32 funciona de manera eficaz para empujar el reflector 20 o tirar de él hacia afuera de la red directiva de alimentación 10 o hacia ella pero, en realizaciones alternativas, el actuador 32 puede estar dispuesto en el reflector 20, tal como en un marco del reflector 20, de modo que la red directiva de alimentación 10 se empuje o tire de ella de manera eficaz en relación con el reflector 20. En realizaciones adicionales, los actuadores se pueden disponer tanto en el reflector 20 como en la red directiva de alimentación 10, o también se pueden disponer dentro del propio brazo telescópico 31.

El actuador 32 se puede construir de cualquier forma adecuada, ya sea como un motor o bomba electromecánico, y se pueden disponer varios actuadores para controlar la posición relativa del reflector 20 y de la red directiva de alimentación 10. Aunque, según se describe, las realizaciones anteriores facilitan el movimiento relativo en una dirección, a saber, la dirección de la extensión longitudinal del brazo telescópico 31, en realizaciones alternativas, se puede conseguir mayor grado de libertad de movimiento relativo disponiendo los actuadores en diferentes orientaciones axiales o usando actuadores y cardanes multidimensionales. Esto permite la inclinación relativa del reflector 20 y las distintas orientaciones de la red directiva de alimentación 10, así como el movimiento en dirección longitudinal.

Se apreciará que, en realizaciones adicionales, se puede emplear cualquier alternativa adecuada a un sistema de brazo telescópico / actuador que permita el movimiento relativo requerido del reflector y la red directiva de alimentación. Por ejemplo, mediante una serie de cables y poleas el marco del reflector 20 se puede acoplar a una estructura para tirar de dicho reflector hacia la red directiva de alimentación 10, o liberarlo de la misma. Un sistema de brazo pivotante con el pivote acoplado a, por ejemplo, una carga útil de satélite puede permitir un movimiento relativo en función de la apertura o cierre de dos brazos pivotantes uno respecto del otro, estando un brazo acoplado a la red directiva de alimentación 10 y el otro brazo acoplado al reflector 20.

El mecanismo 30 se puede configurar para tener una amplitud de movimiento tal que la antena AFR se pueda disponer en una configuración totalmente enfocada, una configuración totalmente desenfocada o una posición intermedia, pero también es posible utilizar mecanismos más restringidos en los casos en que no se requiera una flexibilidad total. Por ejemplo, el mecanismo 30 puede tener una amplitud de movimiento que permita ajustar mediante zoom la antena AFR solo entre una configuración totalmente enfocada y una posición intermedia, o solo entre una posición intermedia y una posición totalmente desenfocada, o entre dos posiciones intermedias, dependiendo de los requisitos del sistema, siempre que la amplitud de movimiento sea suficiente para satisfacer la flexibilidad deseada de los requisitos de la misión.

10

En el modo FAFR, la conformación de haz está en su forma más simple, lo que permite que una red de conformación de haz genere el número máximo de haces utilizando el menor número de alimentaciones 11 por haz. Esto es así porque la directividad se maximiza cuando la red directiva de alimentación 10 está en el punto focal 21 del reflector 20, de modo que las señales de RF se transmitan entre la porción más pequeña de la red directiva de alimentación 10 (es decir, alrededor del punto focal) y el reflector 20, en oposición a las disposiciones desenfocadas donde las señales cubren un área más grande de la red directiva de alimentación 10. En los modos DAFR o IPA, la conformación de haz es más compleja, requiriéndose un mayor número o, en algunos casos, la totalidad de las alimentaciones 11 para contribuir con cada haz de transmisión o recepción. Sin embargo, la concentración de energía aumenta, lo que permite generar de forma eficiente un número inferior de haces puntuales (incluso solo uno) o un haz contorneado mientras se mantiene un uso eficiente de la energía disponible. La maximización del número de alimentaciones 11 también maximiza la amplificación de señal disponible dado que cada alimentación 11 está normalmente asociada con su propio amplificador respectivo.

Para un número dado de alimentaciones 11, la máxima directividad alcanzable en cualquier haz puntual dado es aproximadamente inversamente proporcional al ángulo sólido subtendido por el área de cobertura indicada. En consecuencia, las realizaciones de la presente invención permiten la reconfiguración entre los modos IPA de aumento bajo (gran angular y baja ganancia) y alto (ángulo estrecho y alta ganancia), de modo que con un número dado de alimentaciones 11, la antena pueda generar haces de directividad media sobre un campo de visión amplio o haces de directividad elevada sobre un campo de visión más estrecho.

30

Como se describió anteriormente, la señal de control que acciona uno o más de los actuadores para controlar la posición relativa del reflector 20 y la red directiva de alimentación 10 puede ser aquella que facilite el control de la antena AFR en órbita, lo cual permite la reconfiguración dentro de una misión en particular. En consecuencia, la capacidad de una misión en particular aumenta y es posible reducir el número de maniobras de reposicionamiento de satélites que de otro modo podrían ser necesarias para poner en servicio una antena AFR en particular.

Un ejemplo en el que dicha flexibilidad en órbita es ventajosa es el caso de los satélites de órbita terrestre geosincrónica (GEO, por sus siglas en inglés) que se mueven entre diferentes regiones, donde los requisitos de cobertura pueden variar. Otro ejemplo es el caso de un satélite en una órbita no circular, donde el tamaño aparente del área de cobertura cambia con el tiempo como resultado del ángulo de los haces en relación con la superficie de la Tierra.

Se apreciará que es posible que el punto focal 21 del reflector 20 esté posicionado tanto delante como detrás de la red directiva de alimentación 10 dentro del intervalo ajustable por zoom del mecanismo. Por ejemplo, en una disposición compacta cuando el reflector 20 está cerca de la red directiva de alimentación 10, el punto focal 21 puede estar detrás de la red directiva de alimentación 10. Cuando el reflector 20 está lejos de la red directiva de alimentación 10, el punto focal 21 puede estar delante de la red directiva de alimentación 10, lo cual puede impedir el bloqueo entre el haz reflejado desde el reflector 20 y la red directiva de alimentación 10. Cuando el reflector 20 está posicionado de modo que su punto focal 21 esté lo más alejado posible de la red directiva de alimentación 10, lo cual puede ocurrir cuando el propio reflector 20 está a la máxima distancia posible de la red directiva de alimentación 10, este estado máximo de desenfoco impone un requisito de tamaño máximo en el reflector 20 en los casos en los que se emplee un número elevado de alimentaciones 11 de la red directiva de alimentación 10, en comparación con el tamaño del reflector 20 que se requeriría cuando se emplease el mismo número de alimentaciones 11 en el modo FAFR. Por lo tanto, el reflector 20 de la antena AFR de las realizaciones de la presente invención se puede considerar «sobredimensionado» en el sentido de que tiene un tamaño que puede no ser necesario para su uso en todas las configuraciones, pero que asegura que el reflector 20 sea capaz de funcionar en todas las configuraciones requeridas.

De manera más general, los requisitos de la misión, que incluyen el tamaño de cobertura deseado de la antena AFR, el tamaño de haz físico, y su directividad, influyen en el tamaño del reflector así como en el número de alimentaciones que se han de utilizar.

60

Por ejemplo, un tamaño de cobertura deseado puede requerir un tamaño de haz físico y directividad particulares para conseguir el tamaño de cobertura. El tamaño de haz físico y la directividad influirán, a su vez, en el número de alimentaciones o en la densidad y distribución de las alimentaciones en la red directiva de alimentación. Esto, a su vez, influirá en el tamaño del reflector que se ha de utilizar. Por ejemplo, para un número dado de alimentaciones, reducir el requisito de cobertura da pie a un reflector más grande y haces más pequeños.

Como se describió anteriormente, el tamaño del reflector también puede influir en la elección del tamaño de haz físico y la directividad, al indicar un nivel particular de desenfoque que se puede conseguir para un número dado de alimentaciones. El diseño específico de la antena AFR y el desenfoque que se ha de conseguir depende, por lo tanto, de una serie de factores y de la priorización relativa de dichos factores.

En resumen, las configuraciones enfocadas dan como resultado una mejor directividad y una mejor relación portadora/interferencia. La configuración desenfocada da como resultado una mejor concentración de energía, una mejor flexibilidad de conformación de haz y una mejor capacidad para generar energía radiada isotrópica efectiva (EIRP, por su sigla en inglés) no regular en el área de cobertura.

Por lo tanto, las realizaciones de la presente invención permiten reducir la cobertura en órbita con haces más pequeños y más directividad. Normalmente, una cobertura más reducida solo se podría conseguir mediante el control de la red de conformación de haz sin cambiar el tamaño del haz o la directividad. Las realizaciones de la presente invención también permiten que las operaciones de enfoque se apliquen a una configuración AFR muy desenfocada (vD-AFR, por su sigla en inglés), lo que hace posible la directividad cuando no se requiere flexibilidad en la conformación de haz. Normalmente, una vD-AFR podría usar solo unos pocos elementos por haz, a expensas de una penalización por directividad. Comenzando con un sistema AFR ligeramente desenfocado, también es posible conseguir un mayor desenfoque cuando se requiere flexibilidad en la conformación de haz.

En las realizaciones ilustradas con respecto a las Figuras 1 y 2, se muestra un reflector paraboloidal 20. Dicho reflector paraboloidal 20 también se denomina en el presente documento reflector «no conformado». El reflector 20 se ilustra con un único punto focal 21, pero se apreciará que el tamaño de la red directiva de alimentación 10 es mayor que un único punto, de modo que algunas bocinas de alimentación 11 de la red directiva no estarán situadas en el propio punto focal 21. Por esta razón, las referencias anteriores al «punto focal» se considerarán referencias a un «plano focal», de modo que sea posible situar la red directiva de alimentación 10 a la distancia del reflector 20 representada por puntos en un plano que contiene el punto focal 21 del reflector.

En realizaciones alternativas, no es necesario que el reflector 20 sea paraboloidal y, además, no es necesario que tenga un único punto focal 21. Dichos reflectores no paraboloidales se denominan en el presente documento reflectores «conformados». Dependiendo de la forma específica del reflector, la acción focal del reflector puede estar caracterizada en cuanto a una serie de puntos focales, o una «región» focal. En el presente documento, la generalización «región focal» se utilizará para referirse a un punto focal, un área que comprende una pluralidad de puntos focales o un plano focal.

Se requiere cada vez más que la cobertura de la antena esté dividida en regiones con diferentes requisitos de rendimiento, entre otras, regiones de cobertura alejadas del área principal (por ejemplo, Hawái en los sistemas estadounidenses, e islas del Atlántico en los sistemas europeos). En los sistemas convencionales, esto a menudo da como resultado redes directivas de alimentación escasas que contienen elementos muy separados del grupo principal, lo que dificulta el alojamiento de la red directiva de alimentación en la nave espacial (por ejemplo, se requiere que las alimentaciones se sitúen fuera de la envolvente de la nave espacial, teniendo la alimentación hawaiana que ser desplegada en una pluma, etc.).

En realizaciones de la presente invención, un reflector conformado permite generar múltiples haces puntuales a partir de una alimentación activa, desacoplando al menos parcialmente la geometría de la distribución del haz de la geometría de las alimentaciones. En el ejemplo expuesto anteriormente, idealmente, una forma de reflector debería ser aquella en la que se pueda obtener una cobertura multihaz a partir de una red directiva de alimentación compacta y / o normal con alojamiento simplificado en la nave espacial. Por ejemplo, un reflector conformado de forma adecuada puede permitir el uso de una forma genérica, tal como circular, hexagonal o cuadrada, para la red directiva de alimentación, a la vez que permite la cobertura total de un área geográfica irregular, asegurando así que no sea necesario aumentar el número total de alimentaciones para conseguir la cobertura requerida.

Se puede conseguir una mayor flexibilidad de la antena AFR, según realizaciones de la presente invención, permitiendo que la superficie del reflector sea reconfigurable además de, o en algunos ejemplos comparativos, en

lugar de, la funcionalidad de ajuste por zoom descrita anteriormente.

La Figura 3 ilustra un proceso según realizaciones de la presente invención para optimizar la forma de un reflector de antena AFR.

5

El proceso de optimización toma como datos de entrada una especificación de una envolvente de cobertura, e información relacionada con un requisito de directividad para haces puntuales individuales, un esquema de reutilización de frecuencia, cualquier restricción de alojamiento físico en la red directiva de alimentación (tal como la envolvente del lanzador, etc.), y la disponibilidad de redes directivas de alimentación existentes (a las que se denomina en el presente documento un requisito «heredado», que representa ahorros de costes de ingeniería extraordinarios).

10

El proceso de optimización funciona, en primer lugar, para determinar E10 el diámetro de reflector requerido para conseguir una directividad de haz deseada y reutilización de frecuencia. Además, el proceso de optimización funciona para determinar E20 el número de elementos de la red directiva de alimentación, y su disposición, que sería necesario utilizar junto con un reflector paraboloidal estándar del diámetro determinado.

15

En la etapa E30 se determina si la especificación de la red directiva de alimentación determinada es satisfactoria. Si la especificación de la red directiva de alimentación no es satisfactoria (por ejemplo, en comparación con un requisito de alojamiento o heredado), se realiza un proceso E40 para determinar el perfil de reflector óptimo que permitiría ajustar la disposición de la red directiva de alimentación (mediante simplificación) para cumplir con la especificación requerida. Si la red directiva de alimentación es satisfactoria, el procedimiento continúa con la etapa E50.

20

La determinación del perfil óptimo de reflector se puede llevar a cabo en un único proceso en el que todo el proceso de síntesis de antena está integrado en una optimización de conformación parametrizada, si bien una técnica más rápida consiste en aplicar un procedimiento de síntesis de forma de reflector a una forma de haz determinada para un elemento de reflector único basado en procedimientos de programación cuadrática. También se pueden aplicar restricciones al proceso de optimización de conformación, asociadas con las limitaciones físicas de la tecnología del reflector, que normalmente dependen de la banda de frecuencia que se ha de utilizar.

25

El resultado del proceso de optimización es, por tanto, una especificación de un reflector de forma óptima, que se ha de utilizar junto con una red directiva de alimentación simplificada (por ejemplo, heredada genérica o semi-genérica).

30

La Figura 4 ilustra un sistema, según realizaciones de la presente invención, para optimizar de manera dinámica la forma de un reflector de antena AFR en órbita.

35

El sistema comprende un módulo de optimización 40 para determinar un perfil de reflector óptimo, y un módulo de control de forma 50 para traducir un perfil óptimo en una serie de señales de actuación 55 que representan una función de conformación que se ha de aplicar al reflector 60 para ajustar su perfil de superficie en consecuencia.

40

El módulo de optimización 40 toma datos de entrada de una señal de control 70 recibida desde una estación terrestre, o mediante el enlace ascendente de la antena o un enlace entre satélites, y también toma datos de entrada que representan sensores en la superficie del reflector que informan sobre la configuración actual del reflector 60 y su posición relativa con respecto a su red directiva de alimentación. Por ejemplo, la distancia se puede determinar mediante un sistema de medición de distancia por láser. Dicho sistema de medición se puede incorporar en los mecanismos de las realizaciones mostradas en las Figuras 1 y 2 con el fin de verificar el correcto funcionamiento de, por ejemplo, el brazo telescópico 31. El módulo de optimización 40 aplica un proceso análogo al ilustrado en la Figura 3, pero si bien el proceso de la Figura 3 simula aspectos de la antena AFR que necesitan ser abordados antes del lanzamiento de la antena AFR desde la Tierra, tales como el diámetro del reflector y la forma de la red directiva de alimentación, en el proceso de la Figura 4 se representa una forma óptima para un diámetro de reflector y red directiva de alimentación particulares, en función de los requisitos de la misión, determinados a partir de la señal de control 70 y de una posición de funcionamiento o intervalo de ajuste de posición del reflector requeridos en relación con la red directiva de alimentación de la manera descrita en las realizaciones anteriores.

45

50

En las realizaciones descritas anteriormente, se especifica que el anfitrión de carga útil del conjunto AFR puede recibir los requisitos de la misión de forma continua. En realizaciones alternativas, varios requisitos de misión se pueden cargar, de una vez, al comienzo de la misión, y luego se puede acceder a ellos ya sea periódicamente o en momentos predeterminados, desde un mecanismo de control en la carga útil, e ingresar en el módulo de optimización.

55

El módulo de optimización 40 está configurado con información que especifica los perfiles disponibles del reflector (esto puede ser un conjunto discreto de perfiles, a partir del cual se debe hacer una selección óptima, o puede

60

especificar la división de una superficie de reflector en elementos) y el movimiento relativo de elementos adyacentes que se puede conseguir para crear un perfil de superficie particular. Dicha información se obtiene a partir de una base de datos 80, ya sea a bordo de la carga útil del satélite que aloja la antena AFR, o en tierra, que especifica configuraciones de reflector para varios fabricantes y modelos. A modo de ejemplo, un reflector que se utilizará con radiación de banda Ku puede tener un diámetro del orden de 2,5 metros y puede tener una red directiva de 30 x 30 elementos controlables.

El sistema comprende un modelador de haz 90, que es capaz de simular la forma del haz que se puede conseguir cuando se usa un perfil de reflector particular con la red directiva de alimentación a una distancia particular de la red directiva de alimentación. El modelador de haz tiene información sobre las redes de conformación de haz que interactúan con la red directiva de alimentación, que controlan la forma en que se aplica la conformación de haz a las señales a través de la red directiva de alimentación, de modo que se puedan conseguir los requisitos de misión deseados en cuanto a forma del haz unitario, área de cobertura, directividad, distribución de energía, y otros aspectos.

El módulo de optimización 40 interactúa con el modelador de haz 90 para determinar si se requiere o no un ajuste del perfil de la superficie del reflector o si se puede conseguir un requisito de misión mediante un ajuste a la red de formación de haz, y esto constituye, por lo tanto, un mecanismo para determinar si implementar los requisitos de la misión mediante el procesamiento de señales o a través de la configuración del sistema mecánico, o con una combinación de ambas técnicas. Se apreciará que, en ciertas situaciones, puede ser más eficiente retener una configuración física particular y controlar las redes de conformación de haz para conseguir una forma de haz en particular, por ejemplo, cuando se requieran ajustes relativamente pequeños, mientras que, en otras situaciones, el ajuste requerido va más allá del alcance de lo que se puede conseguir mediante el control de las redes de conformación de haz y, en su lugar, es necesario enfocar o desenfocar la antena AFR y/o ajustar la forma.

Según el perfil de reflector óptimo determinado, el módulo de control de forma 50 aplica las señales de accionamiento requeridas 55 a uno o más actuadores asociados con la forma de la superficie del reflector para conformar la superficie del reflector en consecuencia.

Los componentes que se muestran en la Figura 4 se pueden materializar en hardware, en software o en una combinación de ambos. Aunque la Figura 4 ilustra componentes separados, uno o más de los componentes pueden estar integrados entre sí, o con el controlador principal a bordo de la carga útil del satélite.

Como se describió anteriormente, las realizaciones de la presente invención pueden facilitar el cambio entre diferentes configuraciones focales y entre modos de mucho y poco aumento. En ambos casos, cuando se deba seleccionar un perfil de superficie de reflector particular para un intervalo de funcionamiento entre configuraciones focales o modos de aumento, se aplican preferentemente funciones de conformación específicas al reflector para conseguir el mejor compromiso entre rendimiento en todos los intervalos de funcionamiento y características de antena deseables.

Se apreciará que se pueden realizar varias modificaciones a las realizaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. Las modificaciones dependerán de los requisitos de la misión y, en particular, de la naturaleza dinámica de dichos requisitos, y se pueden seleccionar ajustes adecuados a los medios para ajustar la posición relativa del reflector y la red directiva de alimentación, y formas, tamaños y configuraciones de red directiva de alimentación adecuados según el funcionamiento deseado del conjunto AFR.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de antena de reflector alimentado por red directiva, AFR, que comprende:
- 5 una antena AFR que comprende:
- una red directiva de alimentación; y
un reflector; y
- 10 un mecanismo para mover una posición del reflector en relación con una posición de la red directiva de alimentación, de modo que una región focal del reflector se pueda mover con respecto a la posición de la red directiva de alimentación;
- caracterizado porque**
- 15 el mecanismo está dispuesto para mover la posición del reflector en relación con la posición de la red directiva de alimentación de modo que la antena AFR se pueda configurar como AFR totalmente enfocado, AFR totalmente desenfocado y AFR parcialmente desenfocado;
- donde la forma del reflector es aquella que permita una cobertura multihaz de la antena AFR.
2. Un conjunto de antena AFR según la reivindicación 1, donde el mecanismo comprende un brazo
- 20 telescópico que acopla el reflector a un soporte de red directiva de alimentación, de modo que el reflector tenga función de zoom con respecto a la red directiva de alimentación.
3. Un conjunto de antena AFR según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, donde el reflector tiene un tamaño configurado de acuerdo con una distancia máxima entre el reflector y la red directiva de alimentación
- 25 proporcionada por el brazo telescópico.
4. Un conjunto de antena AFR según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el mecanismo comprende medios para inclinar el reflector en relación con la orientación de la red directiva de alimentación.
- 30 5. Un conjunto de antena AFR según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios para aplicar una función de conformación a la superficie del reflector, donde los medios para aplicar una función de conformación comprenden uno o más actuadores acoplados a una o más secciones móviles de la superficie del reflector.
- 35 6. Un sistema que comprende:
- un conjunto de antena AFR según cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
un medio de control para recibir una señal desde una estación terrestre para controlar el accionamiento del mecanismo.
- 40 7. Un sistema según la reivindicación 6 cuando depende de la reivindicación 5, que comprende además: medios de optimización para determinar una función de conformación óptima para la superficie del reflector de acuerdo con la posición relativa del reflector y de la red directiva de alimentación.

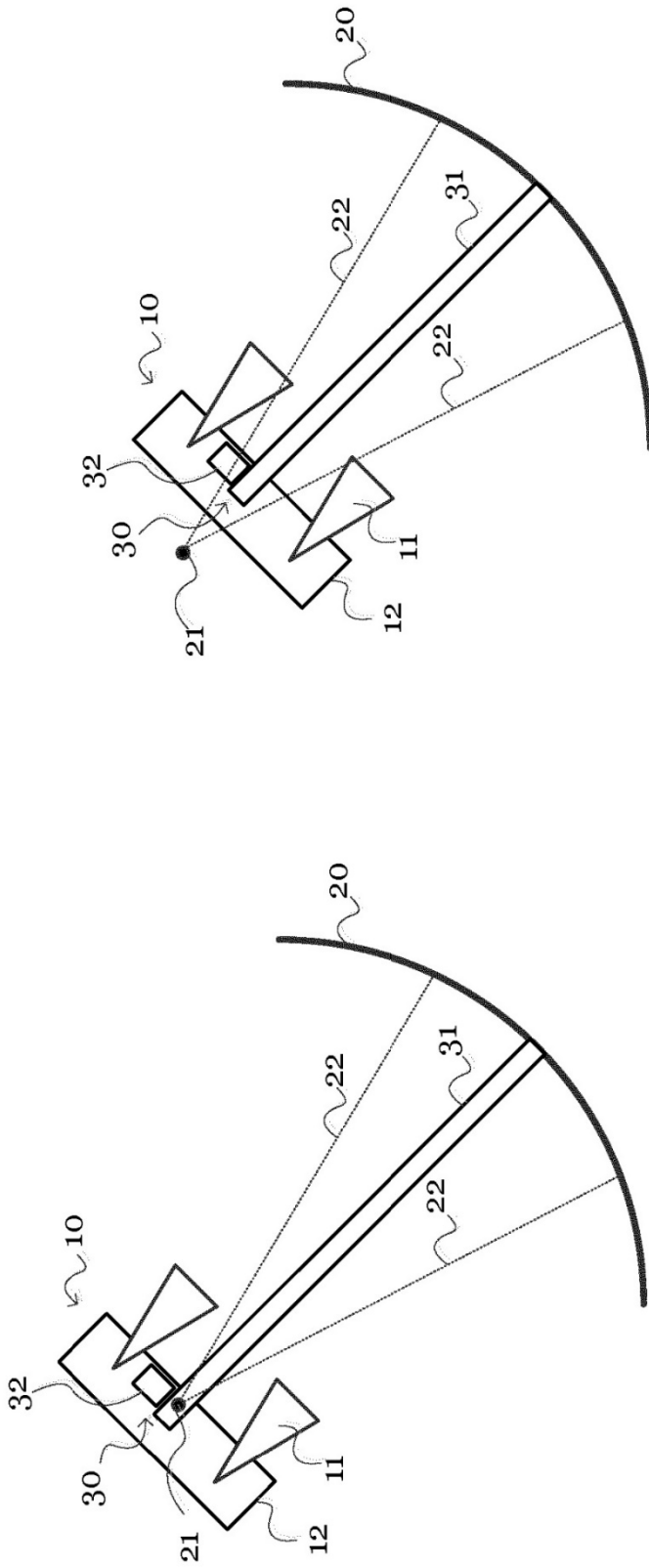


FIGURA 2

FIGURA 1

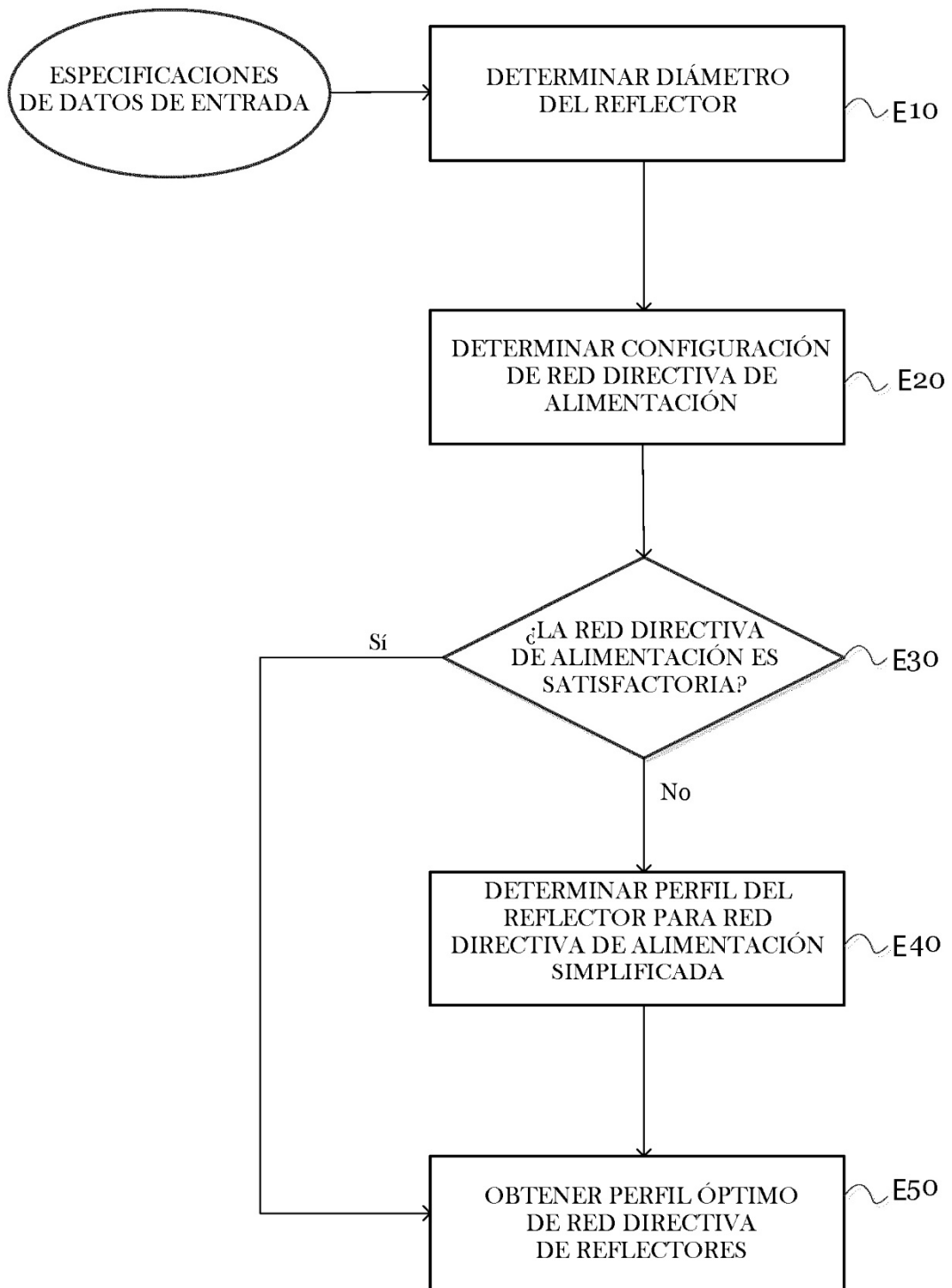


FIGURA 3

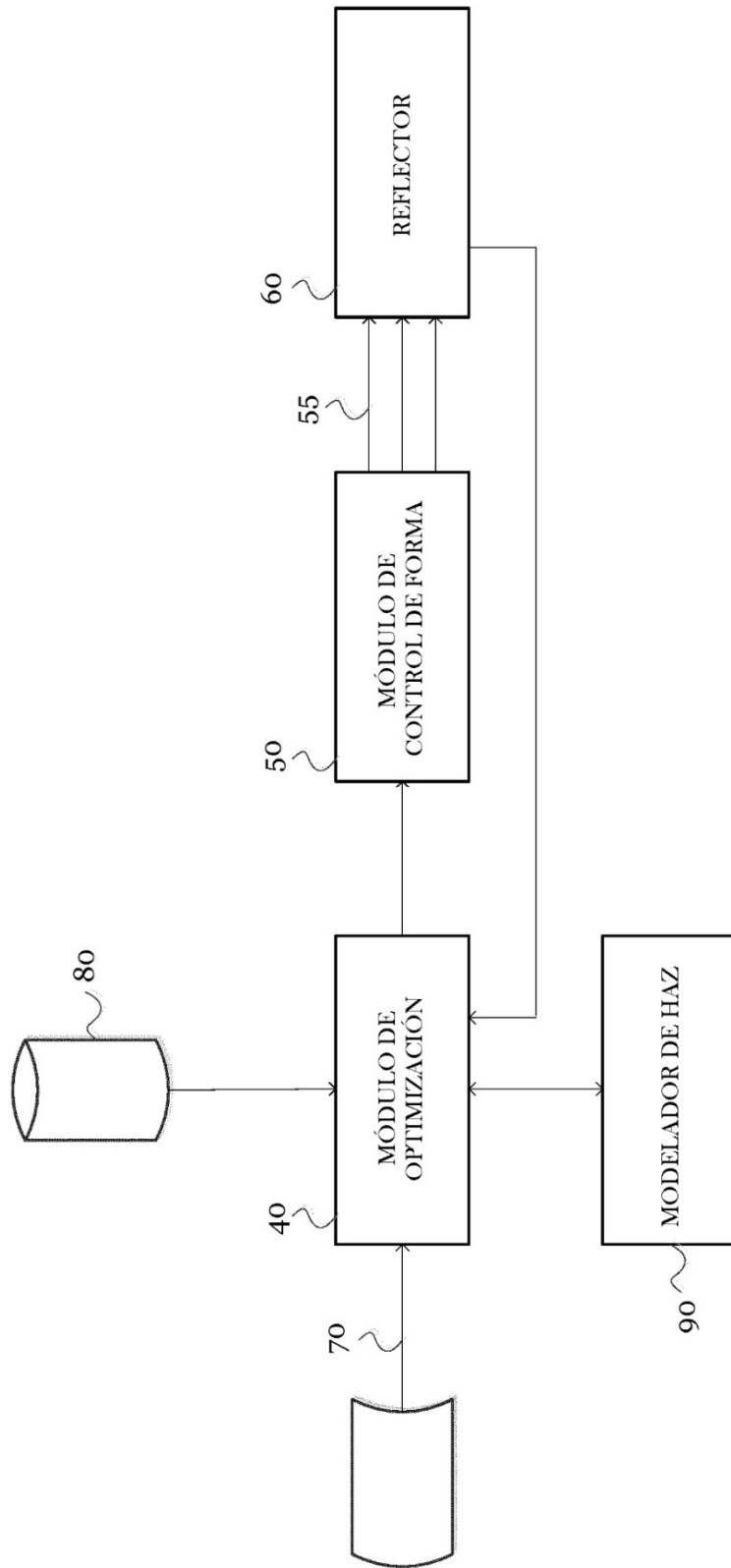


FIGURA 4