

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 652**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/18 (2006.01)

H01Q 19/13 (2006.01)

H01Q 25/00 (2006.01)

H01Q 19/17 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015 E 15191231 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2019 EP 3035444**

54 Título: **Técnica de reenfoque de alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas**

30 Prioridad:

15.12.2014 US 201414570980

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

14.07.2020

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**GOYETTE, GUY;
RAMANUJAM, PARTHASARATHY y
MATHEWS, DANIEL F.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 773 652 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

Técnica de reenfoque de alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas

La presente divulgación se relaciona con a técnicas de reenfoque de alimentación. En particular, se relaciona con técnicas de reenfoque de alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas.

5 Las ubicaciones de cobertura de antenas de haces múltiples a menudo requieren una separación de alimentación demasiado grande para ciertos empaques de antena (por ejemplo, las alimentaciones no pueden caber mecánicamente en una plataforma de satélite deseada). En algunos de estos casos, se necesita una antena adicional, lo cual conduce a un aumento en el coste, para producir un haz adicional que se requiere para cumplir la misión. Por el contrario, en otros casos, las ubicaciones de cobertura de antenas de haces múltiples requieren ubicaciones de alimentación demasiado cercanas que provocan interferencias de alimentación entre ellas.

Como tal, existe la necesidad de una técnica para antenas de haces múltiples que sea capaz de producir las ubicaciones de cobertura deseadas a la vez que se mantienen ubicaciones de alimentación físicamente prácticas.

15 El documento US 4,298,877, publicado el 3 de Noviembre de 1981, describe un sistema de antena reflectora que se describe adecuado para estaciones terrestres utilizadas en comunicación con satélites geoestacionarios. Se pueden dirigir haces dobles o haces múltiples a diversos satélites separados angularmente entre 5 GRADOS y 20 GRADOS, y estos haces se escanean mediante movimiento de alimentación manteniendo fija una sola superficie del reflector principal. La geometría de alimentación desplazada se utiliza para el bloqueo de baja apertura y la conformación de los reflectores secundarios y los resultados del reflector principal en eficiencias de apertura muy altas, lóbulos laterales bajos y patrones simétricos de baja polarización cruzada necesarios para los enlaces satelitales. Se aplica un método novedoso para dar forma a los reflectores secundarios que utilizan las relaciones de longitudes cuadradas de rayos y se aplican longitudes focales variables en la geometría de desplazamiento inclinada óptimamente en distribuciones de potencia de apertura casi uniformes. Un nuevo procedimiento general para dar forma a las superficies doblemente curvadas que interceptan una población conocida de rayos de tal manera que estos rayos se enfocan en un punto o se reflejan en una dirección dada, se usa para dar forma al reflector principal para eliminar los errores de fase de apertura y dar forma a un segundo reflector secundario el cual se enfoca perfectamente en el vértice de un segundo cuerno de alimentación.

20 El documento US 2004/0263418 A1, publicado el 30 de Diciembre de 2004, describe un dispositivo pequeño y liviano de antena de lente de onda de radio en el cual la libertad de selección del lugar de instalación es alta, la cual puede instalarse de forma compacta, por ejemplo, en una superficie de pared, y en la cual la restricción del espacio de instalación es relajada. Una lente semiesférica de Luneberg está montada en una placa reflectora, los elementos de antena están soportados por un retenedor, están combinados integralmente, y se proporciona una porción de montaje para montar la placa reflectora en una porción de instalación tal como una superficie de pared con la placa reflectora sustancialmente vertical. La placa reflectora puede tener una forma tal que se elimine un área distinta del área para reflejar ondas de radio a partir de direcciones en un rango predeterminado, preferiblemente en forma de un ventilador. La lente hemisférica de Luneberg está montada en la placa reflectora, desplazada hacia el borde pequeño arqueado del ventilador. Además, se proporciona un brazo de soporte que sobrepasa la lente en el dispositivo de antena que tiene una lente hemisférica de Luneberg provista en la placa reflectora, los elementos de antena están montados en una porción de retención del elemento arqueado del brazo de soporte a lo largo de la superficie esférica de la lente con un ajustador de ángulo para ajustar la elevación a intervalos correspondientes a las distancias entre satélites geoestacionarios a través de medios de montaje. A partir de entonces, el soporte se pivota a una posición angular predeterminada de manera que los elementos de antena se puedan posicionar de manera integral.

25 El documento US 3,952,763, publicado el 3 de Diciembre de 1974, describe una antena de tipo reflector la cual se forma girando una curva generadora, que tiene un eje de dirección del haz, alrededor de un eje fijo de tal modo que el eje de dirección del haz define una superficie de exploración del haz correspondiente a la superficie de un cono. El escaneo se obtiene girando una alimentación en el arco de un círculo centrado en el eje fijo de modo que, debido a la simetría, los patrones de radiación en la superficie de exploración del haz son idénticos para todas las posiciones de alimentación. La superficie de exploración del haz así descrita permite una aproximación a la superficie cónica definida por un grupo de líneas trazadas a partir de un sitio de estación terrestre a puntos en el arco geoestacionario.

30 El documento US 2009/0015498 A1, publicado el 15 de Enero de 2009, describe un sistema de antena para redes inalámbricas que tiene una arquitectura de matriz de antena de doble escalón. La matriz de antenas contiene un número de elementos de radiador accionados que están dispuestos espacialmente en dos grupos alineados verticalmente, cada uno con actuadores pivotantes de manera que proporcionen una variación controlada del patrón de radiación de acimut de la matriz de antenas.

35 El documento US 2012/274507 A1, publicado el 1 de Noviembre de 2012, describe una arquitectura de comunicación de antena para el seguimiento óptimo simultáneo de múltiples terminales satelitales de banda ancha en apoyo de operaciones en teatro y aplicaciones de despliegue rápido, y métodos relacionados con los mismos. Esta arquitectura de comunicación es especialmente adecuada para la implementación como una configuración de carga útil alojada en una nave espacial anfitriona.

- 5 El documento US 2010/321263 A1, publicado el 23 de Diciembre de 2010, describe una antena de flexibilidad de emisión que incluye un reflector y al menos una primera fuente y una segunda fuente de señales de radiofrecuencia, cuyas fuentes están dispuestas delante del reflector, teniendo el reflector un punto focal y cada fuente teniendo un centro de fase, y en donde las fuentes son independientes, fijas y conectadas a sistemas de alimentación de radiofrecuencia separados que definen características de frecuencia de polarización y/o de operación diferentes y predefinidas, y en eso también incluye medios de desplazamiento y orientación del reflector a partir de una primera posición en la cual el punto focal del reflector se coloca en el centro de fase de la primera fuente a una segunda posición en la cual el punto focal del reflector se coloca en el centro de fase de la segunda fuente.
- 10 La presente divulgación se relaciona con un método de acuerdo con la reivindicación 1, y un satélite que comprende un sistema de acuerdo con la reivindicación 4, para una técnica de reenfoque de alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas.
- En al menos una realización, al menos una primera ubicación de alimentación está en un punto focal.
- En una o más realizaciones, al menos una primera ubicación de cobertura y al menos una segunda ubicación de cobertura son la misma ubicación o son ubicaciones diferentes.
- 15 En al menos una realización, el reflector no parabólico comprende una superficie divergente o una superficie convergente.
- En una o más realizaciones, al menos una alimentación es una alimentación de transmisión, una alimentación de recepción o una alimentación de transmisión y/o recepción.
- 20 En al menos una realización, al menos una alimentación es una alimentación polarizada linealmente o una alimentación polarizada circularmente.
- En una o más realizaciones, al menos una primera ubicación de cobertura está ubicada en la Tierra.
- En al menos una realización, al menos una segunda ubicación de cobertura está ubicada en la Tierra.
- En una o más realizaciones, el reflector no parabólico comprende un cuerpo deformable.
- En al menos una realización, al menos una alimentación gira en acimut y/o elevación.
- 25 En una o más realizaciones, un sistema para reenfocar al menos un haz implica un reflector no parabólico. En al menos una realización, la energía EM reflejada que se refleja a partir del reflector no parabólico se origina a partir de y/o genera al menos un haz. El sistema implica además al menos una alimentación para recibir y/o transmitir energía electromagnética (EM) hacia el reflector no parabólico, y para girar a partir de al menos una primera posición angular a al menos una segunda posición angular, de tal modo que al menos un haz se desplace a partir de al menos una primera ubicación de cobertura a al menos una segunda ubicación de cobertura.
- 30 En al menos una realización, al menos una alimentación se traslada además a partir de al menos una primera ubicación de alimentación a al menos una segunda ubicación de alimentación.
- En una o más realizaciones, al menos una alimentación gira en acimut y/o elevación.
- 35 Las características, funciones y ventajas pueden lograrse independientemente en diversas realizaciones de la presente divulgación o pueden combinarse en aún otras realizaciones.
- Dibujos
- Estas y otras características, aspectos y ventajas de la presente divulgación se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos adjuntos, en donde:
- Las Figuras 1 - 7 ilustran conceptos básicos de antena reflectora.
- 40 La Figura 1A es un diagrama que representa el factor de desviación del haz para un reflector parabólico.
- La Figura 1B muestra las fórmulas del factor de desviación del haz.
- La Figura 2A es un diagrama que muestra el trazado de rayos para un reflector parabólico, cuando la alimentación se encuentra en el punto focal.
- La Figura 2B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 2A.
- 45 La Figura 3A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector parabólico, cuando la alimentación se traslada alejada del punto focal.
- La Figura 3B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 3A.

- La Figura 4A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector parabólico, cuando la alimentación se ubica en el punto focal y gira.
- La Figura 4B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 4A.
- 5 La Figura 5A es un diagrama que representa el trazado de rayos para un reflector conformado, cuando la alimentación se encuentra en el punto focal.
- La Figura 5B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 5A.
- La Figura 6A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector divergente, cuando la alimentación se encuentra en el punto focal.
- La Figura 6B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 6A.
- 10 La Figura 7A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector convergente, cuando la alimentación se encuentra en el punto focal.
- La Figura 7B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 7A.
- Las Figuras 8 - 16 ilustran el sistema y el método divulgados para reenfocar la alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas, de acuerdo con múltiples realizaciones de la presente divulgación.
- 15 La Figura 8A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector divergente, cuando la alimentación se ubica en el punto focal y se gira, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 8B es una gráfica que muestra un patrón de antena de ejemplo en la Tierra asociado con el reflector divergente con la alimentación ubicada en el punto focal de la Figura 8A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 20 La Figura 8C es una gráfica que muestra un patrón de antena de ejemplo en la Tierra asociado con el reflector divergente con la alimentación ubicada en el punto focal y girada de la Figura 8A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 9A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector divergente, cuando la alimentación se traslada en una dirección descendente alejada del punto focal, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 25 La Figura 9B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 9A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 10A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector divergente, cuando la alimentación se traslada en una dirección descendente alejada del punto focal y se gira en una dirección descendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 30 La Figura 10B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 10A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 11A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector divergente, cuando la alimentación se traslada en una dirección ascendente alejada del punto focal y se gira en una dirección ascendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 35 La Figura 11B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 11A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 12A es un diagrama que ilustra el trazado de rayos para un reflector divergente, cuando una primera alimentación (Alimentación 1) se traslada en una dirección descendente alejada del punto focal y se gira en una dirección descendente, y una segunda alimentación (Alimentación 2) se traslada en una dirección ascendente alejada del punto focal y se gira en una dirección ascendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 40 La Figura 12B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 12A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 45 La Figura 13A es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 12A, cuando la segunda alimentación (Alimentación 2) se traslada en una dirección ascendente alejada del punto focal, y cuando la primera alimentación (Alimentación 1) se traslada en una dirección descendente alejada del punto focal, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.

- 5 La Figura 13B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 12A, cuando la segunda alimentación (Alimentación 2) se traslada en una dirección ascendente alejada del punto focal y se gira en una dirección ascendente, y cuando la primera alimentación (Alimentación 1) se traslada en una dirección descendente alejada del punto focal y se gira en una dirección descendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 14 muestra una tabla y diagramas de haz asociados para la reenfoque de alimentación frente al desplazamiento del haz, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 10 La Figura 15A es un diagrama que muestra la dirección de los haces formados con un reflector divergente con dos alimentaciones, las cuales no tienen reenfoque o traslación, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- La Figura 15B es una gráfica que muestra patrones de antena de ejemplo en la Tierra para los haces de la Figura 15A.
- La Figura 15C es un diagrama que muestra la dirección de los haces formados con un reflector divergente con dos alimentaciones, las cuales se hacen girar en una configuración convergente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 15 La Figura 15D es una gráfica que muestra patrones de antena de ejemplo en la Tierra para los haces de la Figura 15C.
- La Figura 15E es un diagrama que muestra la dirección de los haces formados con un reflector divergente con dos alimentaciones, los cuales se hacen girar en una configuración divergente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- 20 La Figura 15F es una gráfica que muestra patrones de antena de ejemplo en la Tierra para los haces de la Figura 15E.
- La Figura 16 representa un diagrama de flujo que representa el método divulgado para reenfocar la alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación.
- Descripción
- 25 Los métodos y aparatos divulgados en este documento proporcionan un sistema operativo para técnicas de reenfoque de alimentación para antenas reflectoras de haces de múltiples formas. El sistema divulgado emplea antenas reflectoras de haces de múltiples formas que comprenden al menos una alimentación. La técnica de reenfoque de alimentación divulgada se puede usar ventajosamente para orientar una solución de inicio de óptica geométrica (GO) de los haces de antena conformados en la ubicación de cobertura requerida (por ejemplo, en la Tierra, un cuerpo celeste, una nave espacial y/o un satélite), manteniendo las ubicaciones de alimentación en una posición que se pueda empaquetar.
- 30 Como se mencionó anteriormente, las ubicaciones de cobertura de antenas de haces múltiples a menudo requieren una separación de alimentación demasiado grande para ciertos empaques de antena (por ejemplo, las alimentaciones no pueden ajustarse físicamente de manera mecánica en una plataforma de satélite deseada). En algunos casos, se requiere una antena adicional, lo cual conduce a un aumento en el coste, para producir un haz adicional, el cual se necesita para cumplir la misión. Por el contrario, en otros casos, las ubicaciones de cobertura de antenas de haces múltiples requieren ubicaciones de alimentación demasiado cercanas que resultan en interferencia de alimentación entre sí. La presente divulgación propone una nueva relación de alimentación a haz que permita una mayor flexibilidad de dónde se puede colocar una alimentación (o antena) en una plataforma dada, reduciendo así el número de alimentaciones (o antenas) necesarias para cumplir con una diversidad criterios de diseño.
- 35 El sistema y el método divulgados para técnicas de reenfoque de alimentación para antenas reflectoras de haces de múltiples formas se pueden usar ventajosamente en aplicaciones donde el mismo sistema reflector produce más de un haz conformado. Un caso típico es cuando dos alimentaciones iluminan una superficie reflectora para producir dos haces conformados. A partir de, por ejemplo, una ubicación orbital satelital, los haces tendrán que apuntar a dos regiones diferentes especificadas en la Tierra. Como se mencionó anteriormente, los haces se pueden desplazar a las regiones de cobertura deseadas mediante el uso de traslación de alimentación.
- 40 Sin embargo, hay algunas situaciones en donde el uso de la traslación de alimentación solo para desplazar los haces a las regiones de cobertura deseadas causa problemas. Una de dichas situaciones es cuando el espacio de alimentación requerido para poder iluminar las dos regiones especificadas es demasiado grande y las alimentaciones resultan en interferencia mecánica con otros objetos en la plataforma satelital, por ejemplo, y posiblemente estas ubicaciones de alimentación crean dispersión con otras antenas u objetos. Otra situación de este tipo es cuando las dos regiones a iluminar pueden estar demasiado cerca entre sí (por ejemplo, incluso pueden superponerse), lo que da como resultado que las alimentaciones que generan los haces tengan interferencia mecánica entre sí. En ambas situaciones, el uso de reenfoque de alimentación junto con una superficie reflectora conformada, como se divulga,
- 45 puede permitir que las ubicaciones de alimentación se ajusten a ubicaciones mecánicas aceptables, a la vez que se
- 50
- 55

generan los haces requeridos. Debe observarse que en las Figuras 9 – 12, se muestra un ejemplo de dos alimentaciones que producen haces superpuestos.

5 Debe observarse que, con los haces producidos por un reflector parabólico, existe una relación directa entre la ubicación de alimentación, la cual está en una ubicación a una distancia Δx alejada del punto focal del reflector, y la dirección del haz que produce en relación con la dirección de la orientación del reflector ($\Delta\theta$). Cuando el reflector produce más de un haz utilizando dos o más alimentaciones, la dirección de los haces producidos está limitada por las restricciones mecánicas impuestas por el empaque de las alimentaciones correspondientes. Esto restringe qué tan cerca pueden estar los haces o qué tan separados pueden estar y aún así poder empaquetar las alimentaciones.

10 Para los reflectores conformados, el factor de desviación del haz (BDF) dependerá del grado de conformación del haz y del tipo de solución de conformación (por ejemplo, convergente o divergente). Además, con reflectores conformados, el reenfoque de la alimentación también puede desplazar el haz.

15 Con los haces conformados, el sistema y el método divulgados aprovechan esta relación de “desplazamiento del haz” frente al “reenfoque” para haces conformados múltiples. Esto permite el ajuste de la dirección de haz deseada, a la vez que se mantienen las ubicaciones de alimentación de tal modo que las alimentaciones se puedan empaquetar. Usando esta técnica divulgada, el mismo reflector puede usarse incluso para producir dos haces (o más) que se superponen prácticamente por completo.

20 En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles con el fin de proporcionar una descripción más completa del sistema. Será evidente, sin embargo, para un experto en la técnica, que el sistema divulgado se puede practicar sin estos detalles específicos. En los otros casos, características bien conocidas no se han descrito en detalle para no oscurecer innecesariamente el sistema.

25 Las realizaciones de la presente divulgación pueden describirse en este documento en términos de componentes funcionales y/o lógicos y diversas etapas de procesamiento. Debe apreciarse que dichos componentes pueden realizarse mediante cualquier número de componentes de hardware, software y/o firmware configurados para realizar las funciones especificadas. Por ejemplo, una realización de la presente divulgación puede emplear diversos componentes de circuito integrado, por ejemplo, elementos de memoria, elementos de procesamiento de señal digital, elementos lógicos, tablas de búsqueda o similares, los cuales pueden llevar a cabo una diversidad de funciones (por ejemplo, la traslación y rotación de una(s) alimentación(es) bajo el control de uno o más microprocesadores u otros dispositivos de control. Además, los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones de la presente divulgación pueden practicarse junto con, y que el sistema descrito en este documento es simplemente un ejemplo de realización de la presente divulgación.

30 En aras de la brevedad, las técnicas y componentes convencionales relacionados con las antenas reflectoras de haces de múltiples formas y otros aspectos funcionales del sistema (y los componentes operativos individuales de los sistemas) pueden no describirse en detalle en este documento. Además, las líneas de conexión que se muestran en las diversas figuras contenidas en este documento pretenden representar ejemplos de relaciones funcionales y/o acoplamientos físicos entre los diversos elementos. Debe observarse que diversas relaciones funcionales alternativas o adicionales o conexiones físicas pueden estar presentes en una realización de la presente divulgación.

Las Figuras 1 - 7 ilustran conceptos básicos de antena reflectora.

35 La Figura 1A es un diagrama 100 que representa el factor de desviación del haz para un reflector 110 parabólico. En esta figura, una alimentación 120 se ubica inicialmente en el punto 130 focal del reflector 110. En esta posición, se muestra una línea 140 bisectriz de longitud L. Cuando la alimentación 120 está transmitiendo, la alimentación 120 irradia energía electromagnética (EM) (por ejemplo, energía de radiofrecuencia (RF)) hacia el reflector 110, y un haz 150 se refleja a partir del reflector 110. Por el contrario, cuando la alimentación 120 está recibiendo, la alimentación 120 está recibiendo energía EM (por ejemplo, energía RF) que se refleja a partir del reflector.

40 Cuando la alimentación 120 se traslada (o mueve) por la distancia Δx alejada del punto 130 focal, el haz 160 reflejado a partir del reflector 110 se desplaza por un ángulo $\Delta\theta$, donde $\Delta\theta$ es igual al factor de desviación del haz (BDF) multiplicado (*) por Δx . Debe observarse que la rotación (o reenfoque) de la alimentación 120 no desplaza significativamente el haz 150 reflejado a partir del reflector 110.

45 La Figura 1B muestra las fórmulas del factor de desviación del haz. En esta figura, para la ecuación 1 (ECU 1) y la ecuación 2 (ECU 2), D es el diámetro del reflector, F es la longitud focal y K es aproximadamente igual a 0.36. K varía entre 0.3 y 0.7, y su valor aumenta con la disminución de la apertura (es decir, el reflector).

50 La Figura 2A es un diagrama 200 que muestra el trazado de rayos para un reflector 210 parabólico, cuando la alimentación 220 se encuentra en el punto 230 focal del reflector. En esta figura, se muestra que para un reflector 210 parabólico, todos los rayos a partir del punto 230 focal al plano 240 de apertura tienen la misma longitud. Esto da como resultado un frente 250 de fase plana constante en la abertura del reflector. El frente 250 de fase plana uniforme, producido por los rayos que provienen de la alimentación, determina la dirección del haz.

Debe observarse que, para un reflector 210 parabólico, la ubicación de la alimentación 220 con respecto al punto 230 focal determina la dirección del haz. En el ejemplo que se muestra en la Figura 2A, la alimentación 220 está situada en el punto 230 focal, lo que da como resultado un haz en la dirección 260 de referencia óptica. El reflector 260 de referencia óptica está paralelo al eje 270 focal de la parábola.

- 5 Debería observarse que la dirección nominal en la presente divulgación se hace referencia como la dirección 260 de referencia óptica (es decir, 0 grados). Sin embargo, debe observarse que la dirección 260 de referencia óptica es arbitraria, y que la dirección de referencia junto con la ubicación de alimentación nominal se pueden elegir arbitrariamente.

- 10 La Figura 2B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 2A. En esta figura, se muestra que el patrón de directividad del haz está centrado aproximadamente alrededor del eje de cero grados (0°) correspondiente a la dirección de referencia óptica de la antena.

- 15 La Figura 3A es un diagrama 300 que ilustra el trazado de rayos para un reflector 310 parabólico, cuando la alimentación 320 se traslada alejada del punto 330 focal. Como se muestra en esta figura, cuando la alimentación 320 se traslada en el plano focal por una distancia Δx alejada del punto 330 focal, todos los rayos se reflejan con aproximadamente el mismo ángulo con un cambio en $\Delta\theta$ con respecto a la dirección 360 de referencia óptica del reflector. Esto también da como resultado un frente 350 de fase uniforme, pero el frente 350 de fase está inclinado por $\Delta\theta$ con respecto al plano 340 de apertura, lo que da como resultado un desplazamiento del haz de $\Delta\theta$ con respecto a la dirección 360 de referencia óptica.

- 20 Debe observarse que, para un reflector 310 parabólico, mover la alimentación 320 permite un cambio en la dirección del haz. En el ejemplo que se muestra en la Figura 3A, la alimentación 320 se traslada por una distancia Δx con respecto al punto 330 focal, dando como resultado un desplazamiento del haz de $\Delta\theta$.

La Figura 3B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 3A. En esta figura, se muestra que el patrón de directividad del haz se escanea una distancia $\Delta\theta$ a partir del eje 0° .

- 25 La Figura 4A es un diagrama 400 que ilustra el trazado de rayos para un reflector 410 parabólico, cuando la alimentación 420 se ubica en el punto 430 focal y gira 470. Como se muestra en esta figura, para un reflector 410 parabólico, todos los rayos de la alimentación 420 se reflejan por el reflector con ángulos iguales, lo que da como resultado un frente 450 de fase uniforme, el cual es paralelo al plano 440 de apertura. En este ejemplo, la alimentación 420 se ubica en el punto 430 focal, lo que da como resultado un haz en la dirección 460 de referencia óptica. Debe observarse que un reenfoque (o giro) de alimentación lejos del centro angular de la abertura (por ejemplo, con referencia a la alimentación 470 girada como se muestra) aumentará el desbordamiento y disminuirá la eficiencia de la abertura, pero no cambiará el haz resultante.

Debe observarse que, en la presente divulgación, el reenfoque de alimentación es con respecto a la dirección de enfoque nominal de la alimentación 420, la cual es típicamente la dirección que minimiza el desbordamiento (o iguala la dirección de ángulo sub inclinado).

- 35 La Figura 4B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 4A. En esta figura, se muestra que el patrón de directividad del haz para una alimentación 480 no girada y el patrón de directividad del haz para una alimentación 490 girada están centrados aproximadamente alrededor del eje de cero grados (0°). Se muestra que el patrón de directividad del haz para una alimentación 490 girada tiene menos directividad que el patrón de directividad del haz para una alimentación 480 no girada. Esto se debe a un aumento en el desbordamiento y, por lo tanto, a una
40 disminución en la eficiencia de la abertura.

- La Figura 5A es un diagrama 500 que representa el trazado de rayos para un reflector 510 conformado, cuando la alimentación 520 se encuentra en el punto 530 focal. Como se muestra en esta figura, dando forma al reflector 510 (ya sea con una superficie 570 convergente o con una superficie 580 divergente), se puede producir un haz conformado. Al conformar el reflector 510, se aplica una perturbación inicial a la superficie llamada solución inicial GO (óptica geométrica) a la parábola, lo que da como resultado la ampliación y el aplanamiento del haz. La solución del haz inicial debe cubrir la región (es decir, en la Tierra) para iluminar. La superficie conformada inicial del reflector 510 puede ser divergente (por ejemplo, una superficie 580 divergente) (es decir, más cóncava) o convergente (por ejemplo, una superficie 570 convergente) (es decir, más convexa) en comparación con una superficie parabólica.

- 50 Como se muestra en esta figura, para un reflector 510 parabólico, todos los rayos de la alimentación 520 son reflejados por el reflector con ángulos iguales, dando como resultado un frente 550 de fase uniforme que es paralelo al plano 540 de apertura. En este ejemplo, la alimentación 520 se encuentra en el punto 530 focal, lo que da como resultado un haz en la dirección 560 de referencia óptica.

- La Figura 5B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 5A. En esta figura, se muestran el patrón 590 de directividad del haz para el reflector 510 parabólico, el patrón 592 de directividad del haz inicial para la superficie 580 divergente y el patrón 595 de directividad del haz inicial para la superficie 570 convergente, aproximadamente centrados alrededor del eje de cero grados (0°).

- 5 La Figura 6A es un diagrama 600 que ilustra el trazado de rayos para un reflector 680 divergente cuando la alimentación 620 se encuentra en el punto 630 focal. En esta figura, se muestran un reflector 680 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente), un reflector 670 convergente (es decir, un reflector con una superficie convergente), un reflector 610 parabólico y la dirección 660 de referencia óptica. También en esta figura, se muestra que los rayos reflejados a partir del reflector 680 divergente no son paralelos entre sí y dan como resultado un frente 650 de fase no uniforme. Dado que el frente 650 de fase no es uniforme, este no es paralelo al plano 640 de apertura.
- 10 La Figura 6B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 6A. En esta figura, se muestra que el patrón 690 de directividad del haz para el reflector 510 parabólico y el patrón 692 de directividad del haz inicial para la superficie 580 divergente están aproximadamente centrados alrededor del eje de cero grados (0°).
- 15 La Figura 7A es un diagrama 700 que ilustra el trazado de rayos para un reflector 770 convergente, cuando la alimentación 720 se encuentra en el punto 730 focal. En esta figura, se muestran un reflector 780 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente), un reflector 770 convergente (es decir, un reflector con una superficie convergente), un reflector 710 parabólico y la dirección 760 de referencia óptica. También en esta figura, se muestra que los rayos reflejados a partir del reflector 780 convergente no son paralelos entre sí, y dan como resultado un frente 750 de fase no uniforme. Dado que el frente 750 de fase no es uniforme, este no es paralelo al plano 740 de apertura.
- 20 La Figura 7B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 7A. En esta figura, se muestra que el patrón 790 de directividad del haz para el reflector 710 parabólico y el patrón 795 de directividad del haz inicial para la superficie 780 convergente se centran aproximadamente en el eje de cero grados (0°).
- 25 Las Figuras 8 - 16 ilustran el sistema y el método divulgados para reenfocar la alimentación para antenas reflectoras de haces con múltiples formas, de acuerdo con múltiples realizaciones de la presente divulgación.
- 30 La Figura 8A es un diagrama 800 que ilustra el trazado de rayos para el reflector 810 divergente, cuando la alimentación 820 se ubica en el punto 830 focal y gira 870, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran un reflector 810 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente) y la dirección 860 de referencia óptica. También en esta figura, se muestra que los rayos reflejados a partir del reflector 810 divergente no son paralelos entre sí, y dan como resultado un frente 850 de fase no uniforme. Dado que el frente 850 de fase no es uniforme, este no es paralelo al plano 840 de apertura.
- 35 Como se muestra en esta figura, para una superficie conformada (por ejemplo, un reflector 810 divergente), debido a la falta de uniformidad de la distribución de fase sobre la abertura del reflector (es decir, un frente de fase 850 no uniforme), el reenfoque 870 de la alimentación 820 a un área específica del reflector 810 aumenta la potencia en esa área y da como resultado un desplazamiento del haz determinado por la dirección del frente de fase local en esa área.
- 40 La Figura 8B es una gráfica que muestra un patrón 880 de antena de ejemplo en la Tierra asociado con el reflector 810 divergente con la alimentación 820 ubicada en el punto 830 focal de la Figura 8A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestra que el patrón 880 de antena (es decir, el haz) está ubicado sobre América del Norte.
- 45 La Figura 8C es una gráfica que muestra un patrón 890 de antena de ejemplo en la Tierra asociado con el reflector 810 divergente con la alimentación 820 ubicada en el punto 830 focal y girada 870 de la Figura 8A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestra que el patrón 890 de antena (es decir, el haz) se desplaza hacia el oeste de América del Norte, parcialmente hacia el Océano Pacífico. La alimentación 820 se reenfoca 870 cuatro grados (4°) en el plano acimutal.
- 50 La Figura 9A es un diagrama 900 que ilustra el trazado de rayos para el reflector 910 divergente, cuando la alimentación 920 se traslada en una dirección descendente alejada del punto 930 focal, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran un reflector 910 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente) y la dirección 960 de referencia óptica. También en esta figura, se muestra que los rayos reflejados a partir del reflector 910 divergente no son paralelos entre sí, y dan como resultado un frente 950 de fase no uniforme. Dado que el frente 950 de fase no es uniforme, este no es paralelo al plano 940 de apertura.
- 55 Como se muestra en esta figura, cuando la alimentación 920 se traslada una distancia Δx alejada del punto 930 focal como se muestra, el frente 950 de fase no uniforme se desplaza por $\Delta\theta'$, lo que da como resultado un haz desplazado en la dirección ascendente.
- La Figura 9B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 9A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, el patrón 970 de directividad del haz para un reflector parabólico y el patrón 980 de directividad del haz inicial, para la superficie 910 divergente con la alimentación 920 ubicada en el punto 930 focal, se muestran aproximadamente centrados alrededor del eje de cero grados (0°). Además, en esta figura, el patrón 990 de directividad del haz inicial, para la superficie 910 divergente con la alimentación 920 trasladada a una distancia Δx alejada del punto focal 930, se muestra desplazado por $\Delta\theta'$ en una dirección ascendente.

La Figura 10A es un diagrama 1000 que ilustra el trazado de rayos para el reflector 1010 divergente, cuando la alimentación 1020 se traslada en una dirección descendente alejada del punto 1030 focal y se gira 1065 en una dirección descendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran un reflector 1010 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente) y la dirección 1060 de referencia óptica. También en esta figura, se muestra que los rayos reflejados a partir del reflector 1010 divergente no son paralelos entre sí, y dan como resultado un frente 1050 de fase no uniforme. Dado que el frente 1050 de fase no es uniforme, este no es paralelo al plano 1040 de apertura.

Como se muestra en esta figura, la traslación de la alimentación 1020 a una distancia Δx alejada del punto 1030 focal en la dirección que se muestra, da como resultado un desplazamiento del haz en una dirección ascendente. Además, como se muestra, al girar 1065 la alimentación 1020 hacia la parte inferior del reflector 1010, desplaza la potencia hacia la parte inferior del reflector 1010 y produce un desplazamiento del haz en una dirección descendente.

La Figura 10B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 10A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran el patrón 1070 de directividad del haz para un reflector parabólico y el patrón 1080 de directividad del haz inicial, para la superficie 1010 divergente con la alimentación 1020 ubicada en el punto 1030 focal, aproximadamente centrada alrededor del eje cero grados (0°). Además, en esta figura, el patrón 1090 de directividad del haz inicial, para la superficie 1010 divergente con la alimentación 1020 trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1030 focal, se muestra desplazado por $\Delta\theta'$ en una dirección ascendente. Además, en esta figura, se muestra el patrón 1095 de directividad del haz inicial, para la superficie 1010 divergente con la alimentación 1020 trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1030 focal y reenfocada (o girada) 1065, desplazado por $\Delta\theta'$ en una dirección descendente.

La Figura 11A es un diagrama 1100 que ilustra el trazado de rayos para el reflector 1110 divergente, cuando la alimentación 1120 se traslada en una dirección ascendente alejada del punto 1130 focal y se gira 1165 en una dirección ascendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran un reflector 1110 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente) y la dirección 1160 de referencia óptica. También en esta figura, se muestra que los rayos reflejados a partir del reflector 1110 divergente no son paralelos entre sí, y dan como resultado un frente 1150 de fase no uniforme. Dado que el frente 1050 de fase no es uniforme, este no es paralelo al plano 1140 de apertura.

Como se muestra en esta figura, trasladar la alimentación 1120 por una distancia Δx alejada del punto 1130 focal en la dirección que se muestra, da como resultado un desplazamiento del haz en una dirección descendente. Además, como se muestra, al girar 1165 la alimentación 1120 hacia la parte superior del reflector 1110, desplaza la potencia hacia la parte superior del reflector 1110 y produce un desplazamiento del haz en una dirección ascendente.

La Figura 11B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 11A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran el patrón 1170 de directividad del haz para un reflector parabólico y el patrón 1180 de directividad del haz inicial, para la superficie 1110 divergente con la alimentación 1120 ubicada en el punto 1130 focal, aproximadamente centrada alrededor del eje de cero grados (0°). Además, en esta figura, el patrón 1190 de directividad del haz inicial, para la superficie 1110 divergente con la alimentación 1120 trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1130 focal, se muestra desplazado por $\Delta\theta'$ en una dirección descendente. Además, en esta figura, se muestra el patrón 1195 de directividad del haz inicial, para la superficie 1110 divergente con la alimentación 1120 trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1130 focal y reenfocada (o girada) 1165, desplazado por $\Delta\theta'$ en una dirección ascendente.

La Figura 12A es un diagrama 1200 que ilustra el trazado de rayos para el reflector 1210 divergente, cuando una primera alimentación (Alimentación 1) 1220 se traslada en una dirección descendente alejada del punto 1230 focal y gira 1265 en una dirección descendente, y una segunda alimentación (Alimentación 2) 1225 se traslada en una dirección ascendente alejada del punto 1230 focal y gira 1267 en una dirección ascendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestran un reflector 1210 divergente (es decir, un reflector con una superficie divergente), el plano 1240 de apertura y la dirección 1260 de referencia óptica.

Como se muestra en esta figura, el reenfoque (es decir, la rotación) 1265, 1267 de las dos alimentaciones 1220, 1225 permite que los dos haces se superpongan, impidiendo al mismo tiempo la interferencia de alimentación. Debe notarse que, como se muestra en este ejemplo en esta figura, las alimentaciones 1220, 1225, cuando se enfocan entre sí, se denominan "alimentaciones divergentes".

La Figura 12B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 12A, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, el patrón 1270 de directividad del haz para un reflector parabólico y el patrón 1280 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1220 (Alimentación 1) ubicada en el punto 1230 focal, se muestran aproximadamente centrados alrededor del eje de cero grados (0°). Además, en esta figura, el patrón 1290 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1225 (Alimentación 2) trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1230 focal y reenfocada (o girada) 1267, se muestra como estar aproximadamente centrado sobre el eje de cero grados (0°). Además, en esta figura, el patrón 1295 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1220

(Alimentación 1) trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1230 focal y reenfocada (o girada) 1265, se muestra como estar aproximadamente centrado sobre el eje de cero grados (0°).

Debe observarse que, en este ejemplo, solo se muestra que dos alimentaciones 1220, 1225 se reenfojan. Sin embargo, debe observarse que, en otras realizaciones de la presente divulgación, se pueden reenfojar más de dos alimentaciones (es decir, el método de reenfojar puede usarse para uno o más haces).

La Figura 13A es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 12A, cuando la segunda alimentación 1225 (Alimentación 2) se traslada en una dirección ascendente alejada del punto 1230 focal, y cuando la primera alimentación 1220 (Alimentación 1) se traslada en una dirección descendente alejada del punto 1230 focal, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestra que el patrón 1310 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1220 (Alimentación 1) trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1230 focal, se desplaza en una dirección descendente. Además, en esta figura, se muestra que el patrón 1320 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1225 (Alimentación 2) trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1230 focal, se desplaza en una dirección ascendente.

La Figura 13B es una gráfica que muestra la directividad del haz asociada con la Figura 12A, cuando la segunda alimentación 1225 (Alimentación 2) se traslada en una dirección ascendente alejada del punto 1230 focal y girada 1267 en una dirección ascendente, y cuando la primera alimentación 1220 (Alimentación 1) se traslada en una dirección descendente alejada del punto 1230 focal y girada 1265 en una dirección descendente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. En esta figura, se muestra que el patrón 1330 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1220 (Alimentación 1) trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1230 focal y girada 1265, está centrado aproximadamente alrededor del eje de cero grados (0°). Además, en esta figura, se muestra que el patrón 1340 de directividad del haz inicial, para la superficie 1210 divergente con la alimentación 1225 (Alimentación 2) trasladada a una distancia Δx alejada del punto 1230 focal y girada 1267, se muestra como estar aproximadamente centrado sobre el eje de cero grados (0°).

La Figura 14 muestra una tabla 1400 y diagramas 1410, 1420, 1430, 1440 de haz asociados para el reenfoque de alimentación frente al desplazamiento del haz, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. Esta tabla 1400 muestra que el haz resultante (es decir, convergente o divergente) se espera para un tipo de superficie dado (es decir, convergente o divergente) y un punto de alimentación dado (es decir, divergente y convergente). Por ejemplo, de la tabla 1400 que se refiere a la primera fila, cuando se usa una superficie divergente con un punto de alimentación divergente, el haz resultante convergerá. Con el uso de la información de esta tabla 1400, el reenfoque de alimentación se puede usar ventajosamente para orientar la solución de inicio de la óptica geométrica (GO) de los haces en la ubicación correcta, a la vez que se mantienen las alimentaciones en ubicaciones que se pueden empaquetar.

El diagrama 1410 es una ilustración que muestra las alimentaciones convergentes, donde las alimentaciones están enfocadas entre sí, y el diagrama 1420 es una ilustración que muestra las alimentaciones divergentes, donde las alimentaciones están enfocadas lejos entre sí. El diagrama 1430 muestra la solución inicial resultante de haces convergentes, y el diagrama 1440 muestra la solución inicial resultante de haces divergentes.

La Figura 15A es un diagrama que muestra la dirección de los haces 1510 formados con un reflector 1520 divergente con dos alimentaciones 1530, los cuales no tienen reenfoque o traslación, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. La Figura 15B es una gráfica que muestra patrones de antena de ejemplo (es decir, haces nominales) en la Tierra para los haces 1510 de la Figura 15A.

La Figura 15C es un diagrama que muestra la dirección de los haces 1540 formados con un reflector 1520 divergente con dos alimentaciones 1530, los cuales se hacen girar en una configuración convergente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. La Figura 15D es una gráfica que muestra patrones de antena de ejemplo en la Tierra para los haces 1540 de la Figura 15C.

La Figura 15E es un diagrama que muestra la dirección de los haces 1550 formados con un reflector 1520 divergente con dos alimentaciones 1530, los cuales se hacen girar en una configuración divergente, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. La Figura 15F es una gráfica que muestra patrones de antena de ejemplo en la Tierra para los haces 1550 de la Figura 15E.

La Figura 16 representa un diagrama 1660 de flujo que representa el método divulgado para reenfoque de la alimentación para antenas reflectoras de haces de múltiples formas, de acuerdo con al menos una realización de la presente divulgación. Al comienzo 1610 del método 1660, al menos una alimentación recibe y/o transmite energía electromagnética (EM) hacia un reflector 1620 no parabólico. Como tal, al menos una alimentación es una alimentación de transmisión, una alimentación de recepción, y/o una alimentación de transmisión y recepción. Al menos una alimentación puede estar polarizada linealmente o polarizada circularmente. El reflector no parabólico comprende una superficie convergente o una superficie divergente, y puede comprender un cuerpo deformable. La energía EM reflejada que se refleja a partir del reflector no parabólico se origina a partir de y/o genera al menos un haz.

Al menos una alimentación gira a partir de al menos una primera posición angular a al menos una segunda posición angular, de tal modo que al menos un haz se desplaza a partir de al menos una primera ubicación de cobertura a al

menos una segunda ubicación 1630 de cobertura. En una o más realizaciones, al menos una alimentación gira en acimut y/o elevación.

5 Al menos una alimentación, opcionalmente, se traslada a partir de al menos una primera ubicación de alimentación a al menos una segunda ubicación 1640 de alimentación. En una o más realizaciones, al menos una primera ubicación de alimentación está en el punto focal. Al menos una primera ubicación de cobertura y al menos una segunda ubicación de cobertura pueden estar en la Tierra, un cuerpo celeste, una nave espacial y/o un satélite. Entonces, el método 1600 termina en 1650.

10 Aunque se han mostrado y descrito realizaciones particulares, debe entenderse que la discusión anterior no pretende limitar el alcance de estas realizaciones. Si bien se han divulgado y descrito en este documento realizaciones y variaciones de los diversos aspectos de la presente divulgación, dicha divulgación se proporciona únicamente con fines de explicación e ilustración. Por lo tanto, se pueden hacer diversos cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

15 Donde los métodos descritos anteriormente indican ciertos eventos que ocurren en cierto orden, los expertos en la técnica que tengan el beneficio de esta divulgación reconocerán que el orden puede modificarse y que dichas modificaciones están de acuerdo con las variaciones de la presente divulgación. Además, partes de los métodos pueden realizarse simultáneamente en un proceso paralelo cuando sea posible, así como también de forma secuencial. Además, se pueden realizar más partes o menos parte de los métodos.

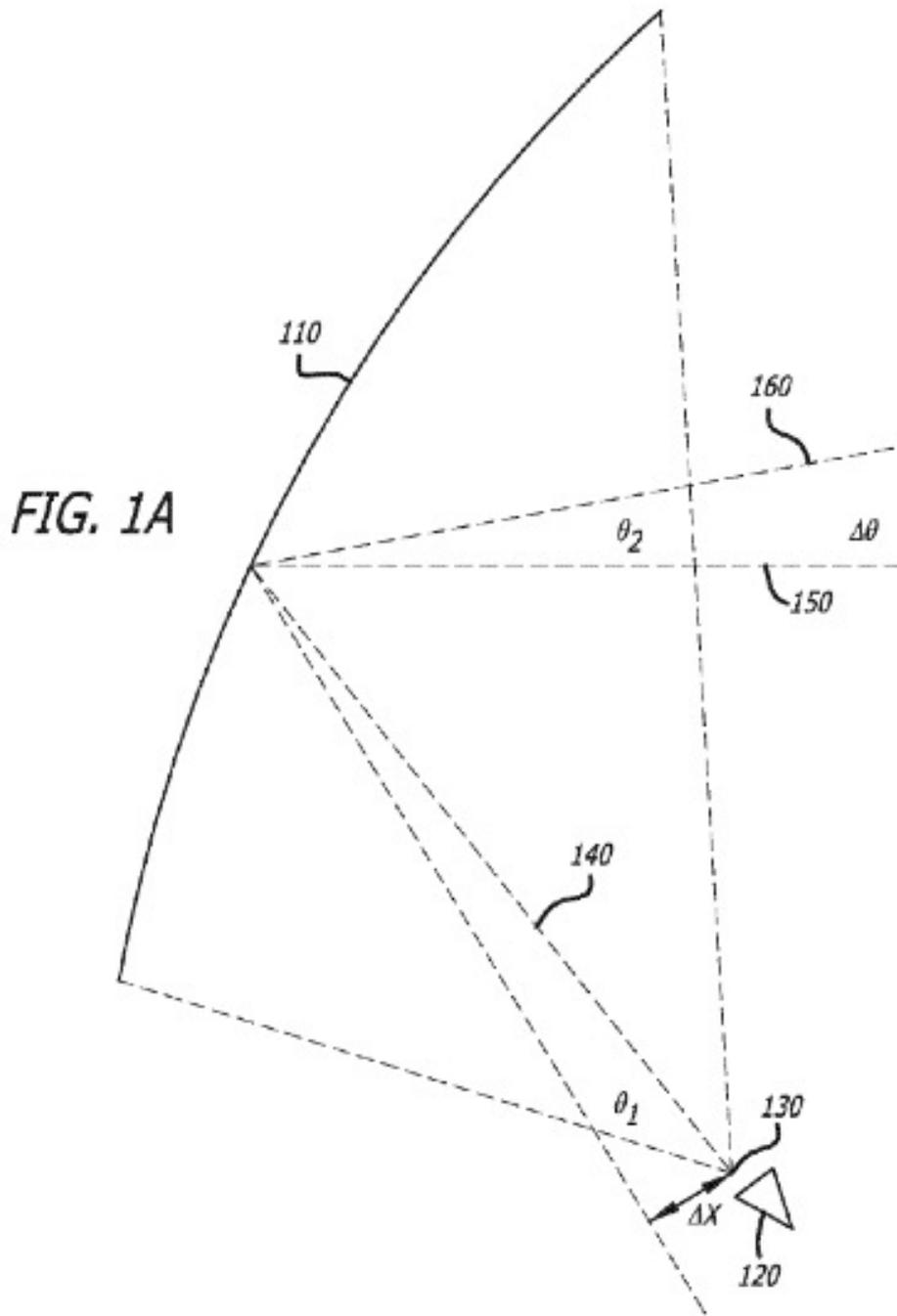
Por consiguiente, las realizaciones están destinadas a ejemplificar alternativas, modificaciones y equivalentes que pueden estar dentro del alcance de las reivindicaciones.

20 Aunque ciertas realizaciones y métodos ilustrativos se han divulgado en este documento, puede resultar evidente a partir de la divulgación anterior para los expertos en la técnica que se pueden realizar variaciones y modificaciones de dichas realizaciones y métodos sin apartarse del alcance definido por las reivindicaciones adjuntas. En consecuencia, se pretende que la técnica divulgada se limite solo en la medida requerida por las reivindicaciones adjuntas y las reglas y principios de la ley aplicable.

25

REIVINDICACIONES

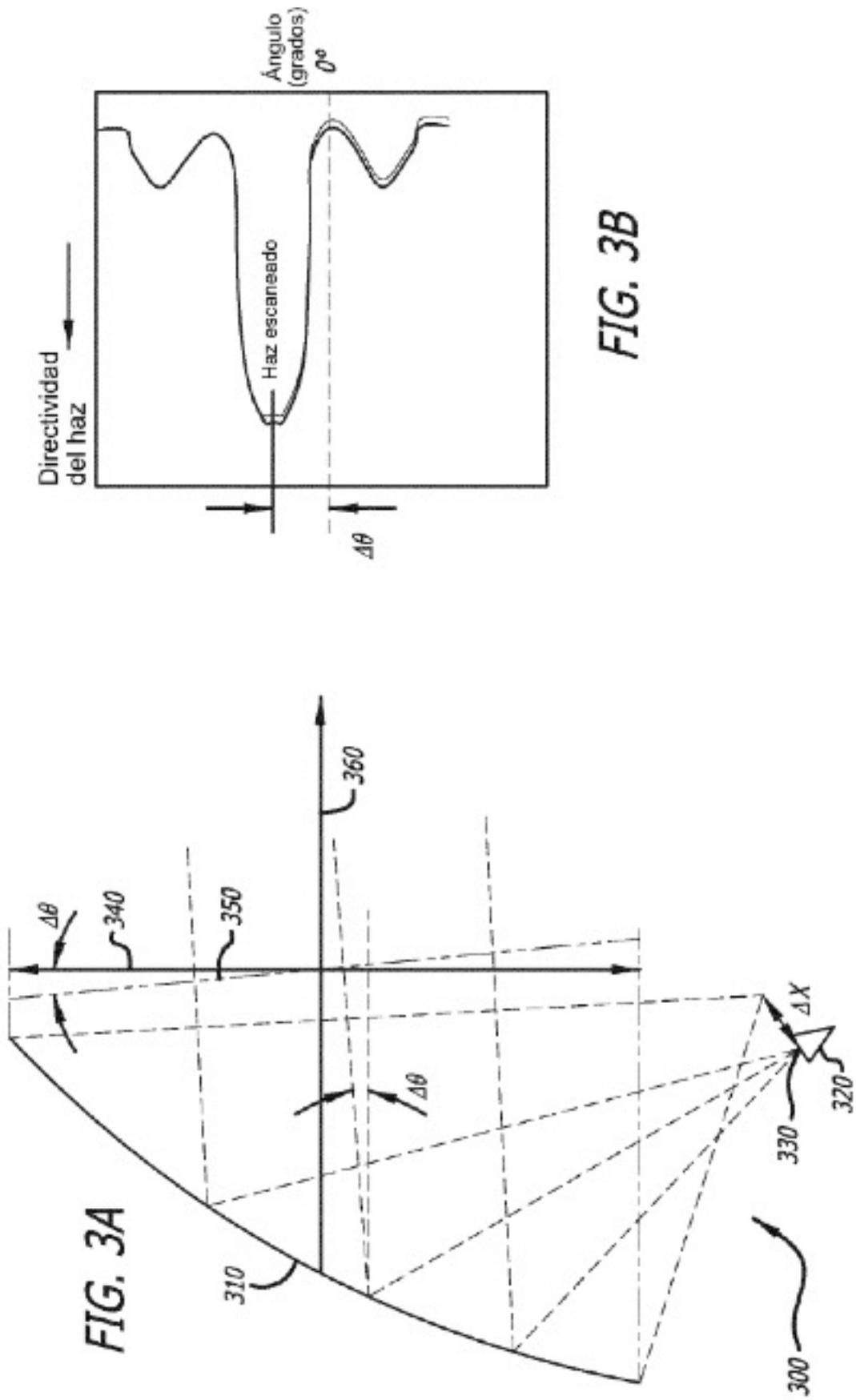
1. Un método (1600) para reenfocar haces (1510, 1540, 1550) de al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530) dispuestas en un satélite, comprendiendo el método:
- 5 al menos uno de recepción y transmisión (1620), con al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530), de energía electromagnética, EM, hacia un reflector (510, 680, 770, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1520) no parabólico,
- en donde la energía EM reflejada que se refleja a partir del reflector (510, 680, 770, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1520) no parabólico, al menos uno se origina de y genera al menos dos haces (1510, 1540, 1550);
- 10 girar (1630), cada una de las al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530), a partir de una primera posición angular respectiva a una segunda posición angular respectiva, de tal modo que cada uno de los al menos dos haces (1510, 1540, 1550) se desplace a partir de una primera ubicación de cobertura respectiva a una segunda ubicación de cobertura respectiva diferente de la primera ubicación de cobertura; y
- trasladar (1640), al menos una de las al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530), a partir de al menos una primera ubicación de alimentación a al menos una segunda ubicación de alimentación,
- 15 en donde la al menos una primera ubicación de cobertura y la al menos una segunda ubicación de cobertura están ubicadas en la Tierra.
2. El método de la reivindicación 1, en donde al menos una de las al menos una primera ubicación de alimentación está en un punto (530, 630, 730, 830, 930, 1030, 1130, 1230) focal del reflector (510, 680, 770, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1520) no parabólico.
3. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en donde la al menos una de las al menos dos alimentaciones (1220, 1225) se gira en al menos una de acimut y elevación.
- 20 4. Satélite que comprende un sistema configurado para reenfocar haces (1510, 1540, 1550) de al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530), comprendiendo el sistema:
- un reflector no parabólico configurado para reflejar energía electromagnética, EM, de tal modo que la energía EM que se refleja a partir del reflector (510, 680, 770, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1520) no parabólico, al menos uno se origina a partir de y genera al menos dos haces (1510, 1540, 1550); y
- 25 las al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530) configuradas para al menos una de recibir y transmitir la energía EM hacia el reflector (510, 680, 770, 810, 910, 1010, 1110, 1210, 1520) no parabólico, y cada una configurada para girar a partir de una primera posición angular respectiva a una segunda posición angular respectiva, de tal modo que cada uno de los al menos dos haces (1510, 1540, 1550) se desplace a partir de una primera ubicación de cobertura respectiva a una segunda ubicación de cobertura respectiva diferente de la primera ubicación de cobertura,
- 30 en donde al menos una de las al menos dos alimentaciones (1220, 1225, 1530) está configurada además para trasladar a partir de al menos una primera ubicación de alimentación a al menos una segunda ubicación de alimentación,
- en donde la al menos una primera ubicación de cobertura y la al menos una segunda ubicación de cobertura están ubicadas en la Tierra.
- 35 5. Satélite de la reivindicación 4, en donde al menos una de las al menos una primera ubicación de alimentación está en un punto (530, 630, 730, 830, 930, 1030, 1130, 1230) focal.
6. Satélite de la reivindicación 4 o 5, en donde las al menos dos alimentaciones son al menos una de una alimentación de transmisión, una alimentación de recepción y una alimentación de transmisión y recepción.
- 40 7. Satélite de cualquiera de las reivindicaciones 4-6, en donde las al menos dos alimentaciones son una de una alimentación polarizada linealmente y una alimentación polarizada circularmente.



$$BDF_{(\text{grados/grados})} = \frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{1 + K * (D/4F)^2}{1 + (D/4F)^2}$$

FIG. 1B

$$BDF_{(\text{grados/longitud})} = \sin^{-1}(1/L) * BDF_{(\text{grados/grados})}$$



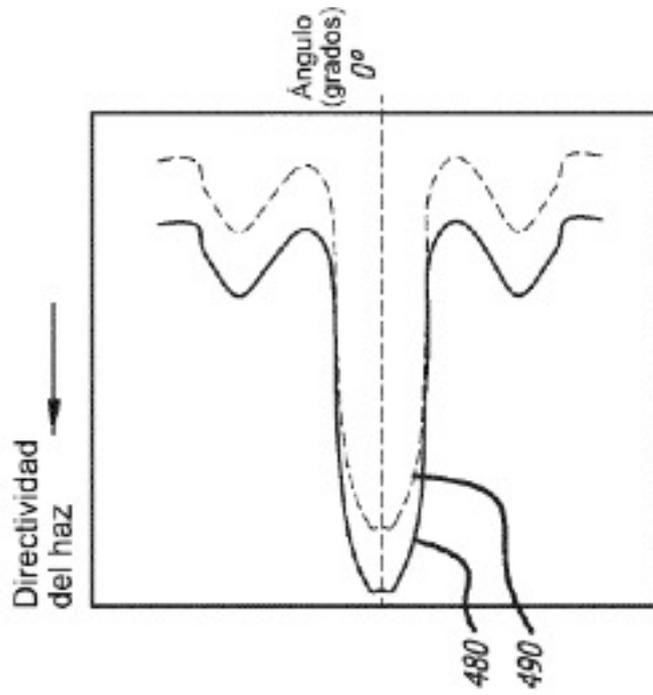
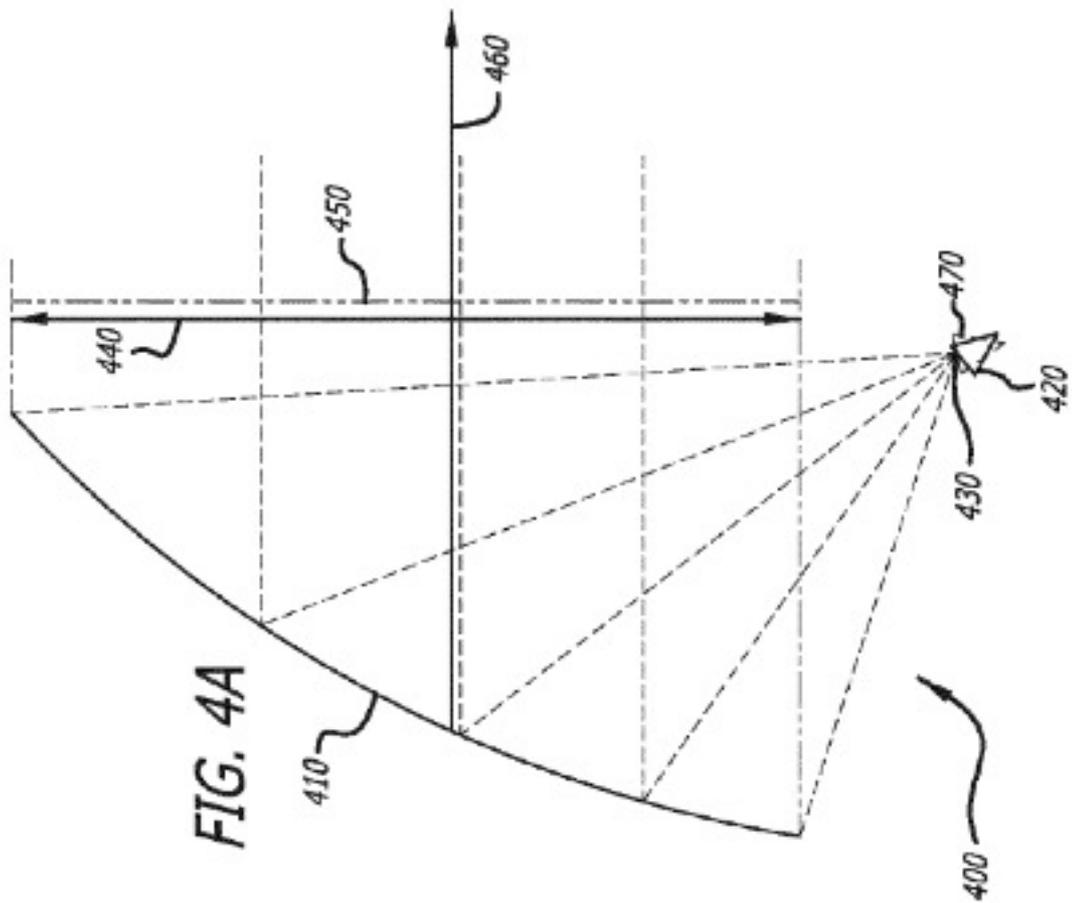
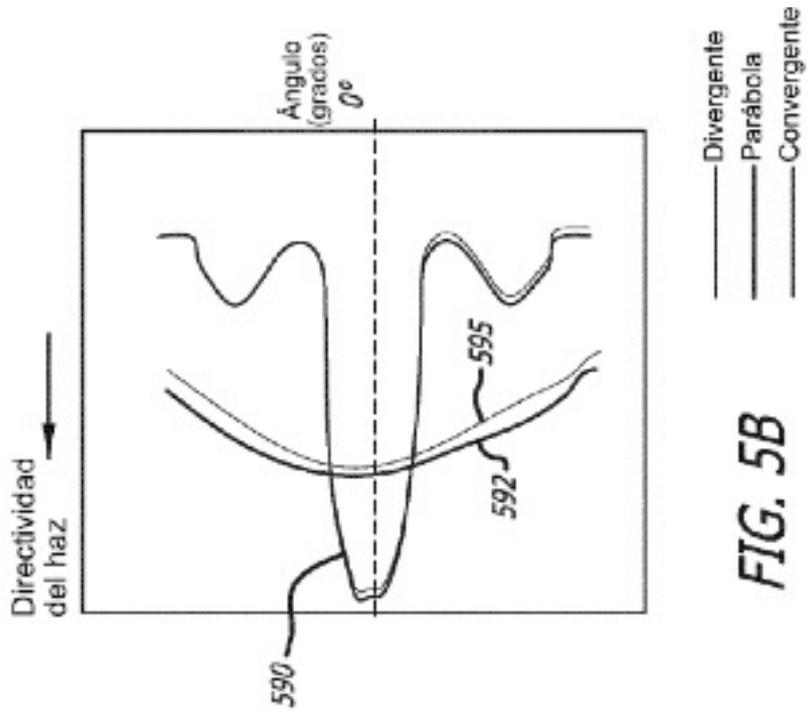
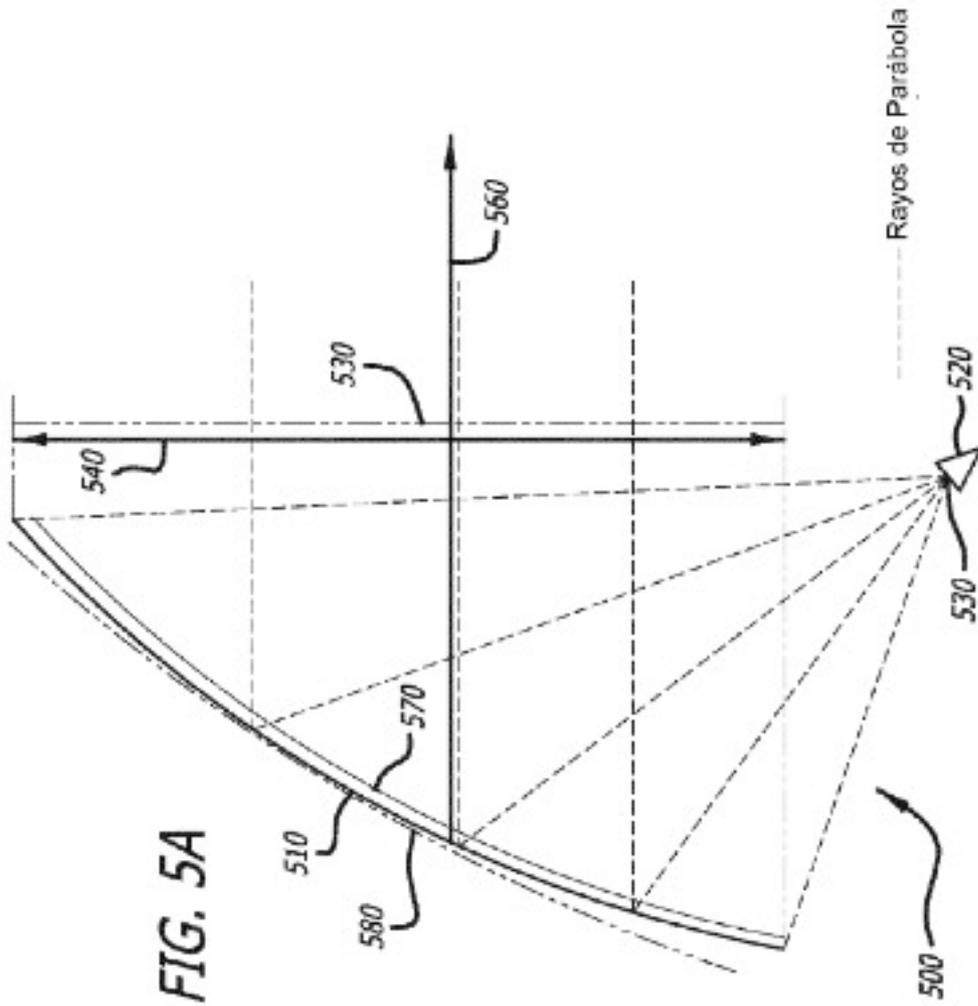
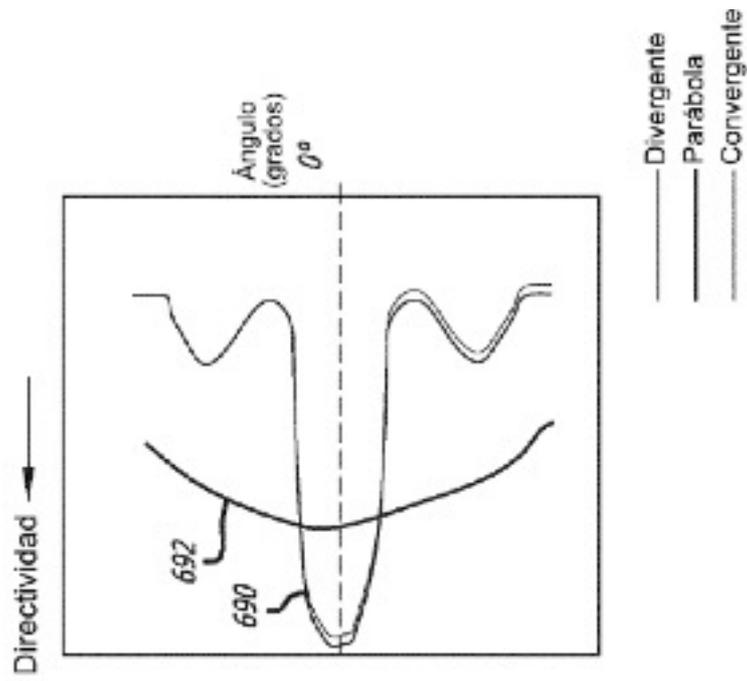
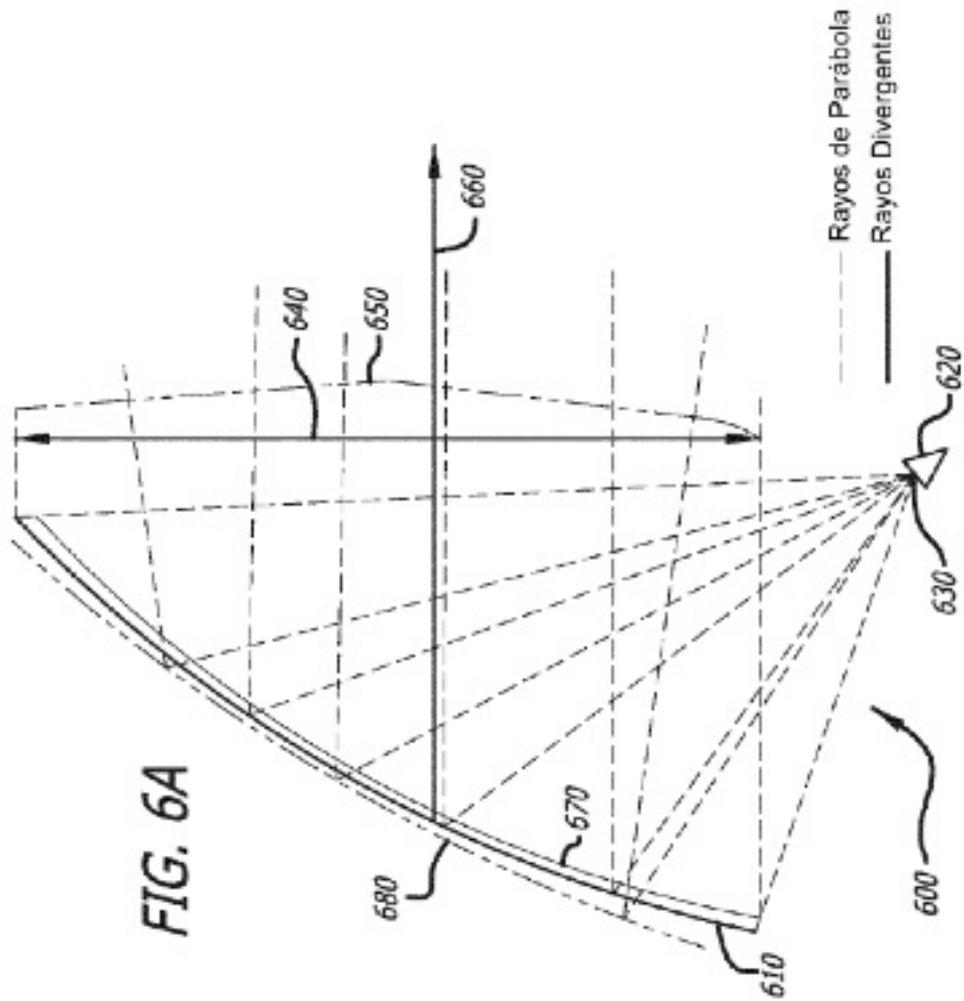


FIG. 4B





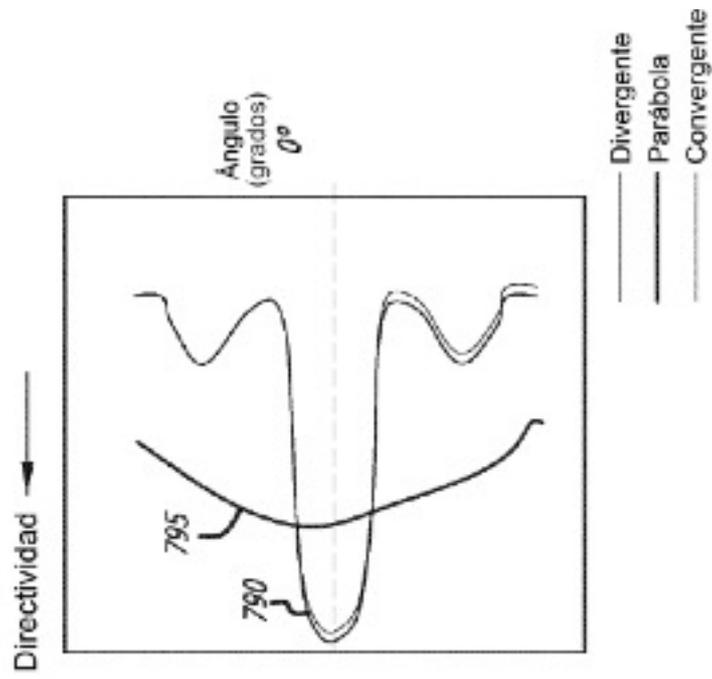
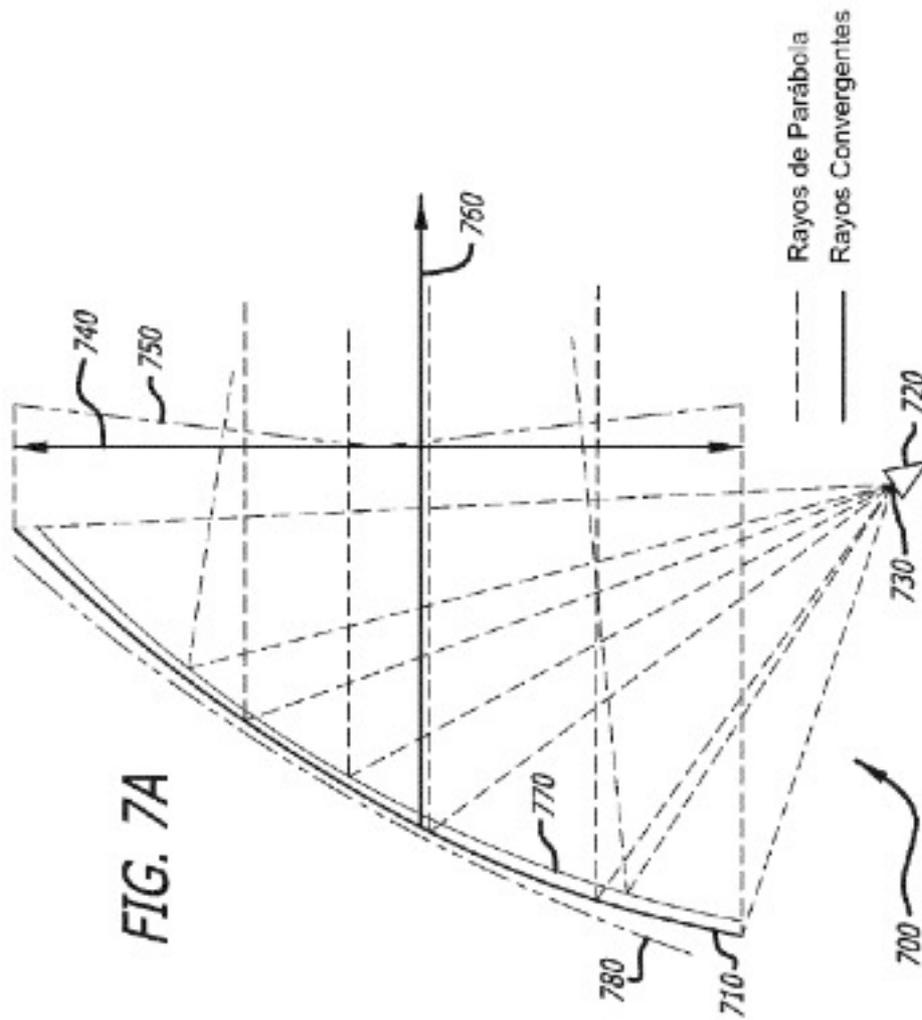
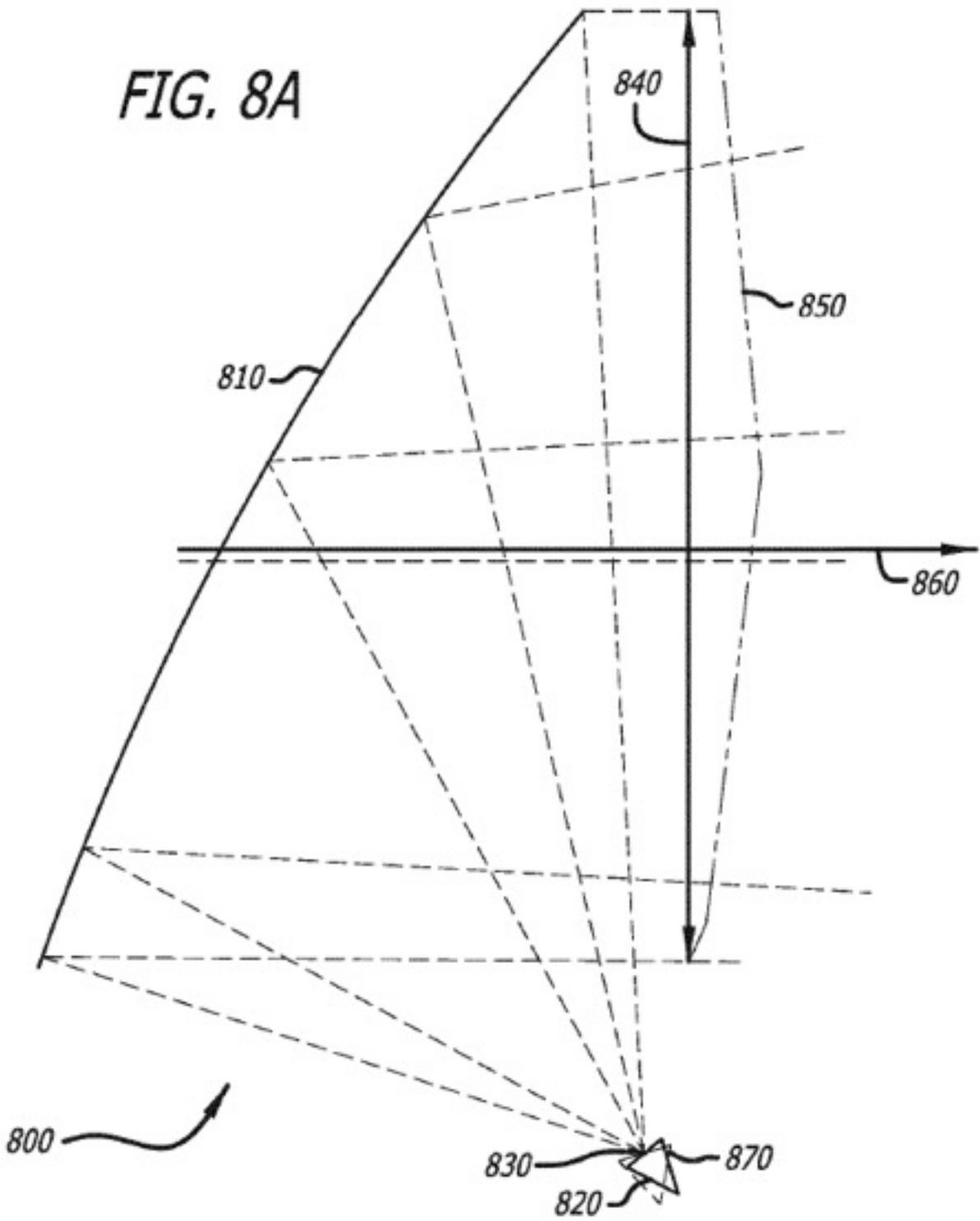


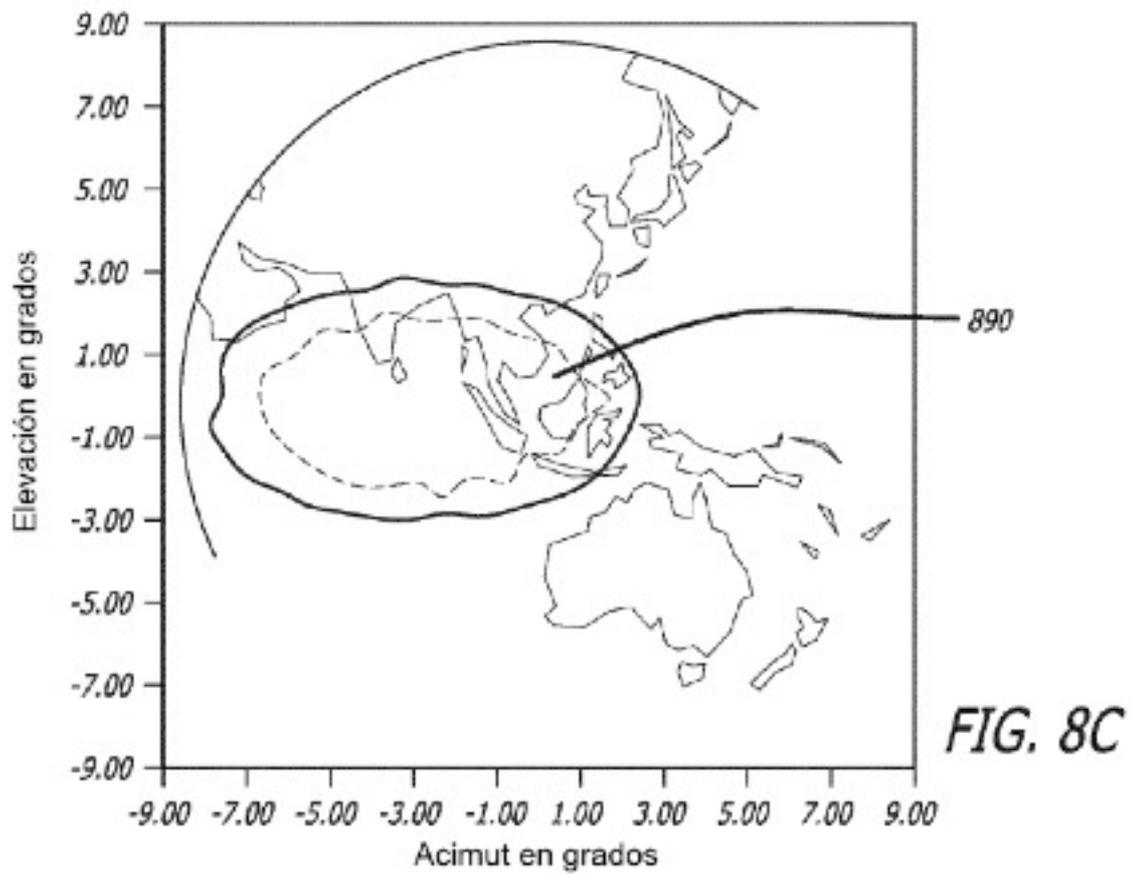
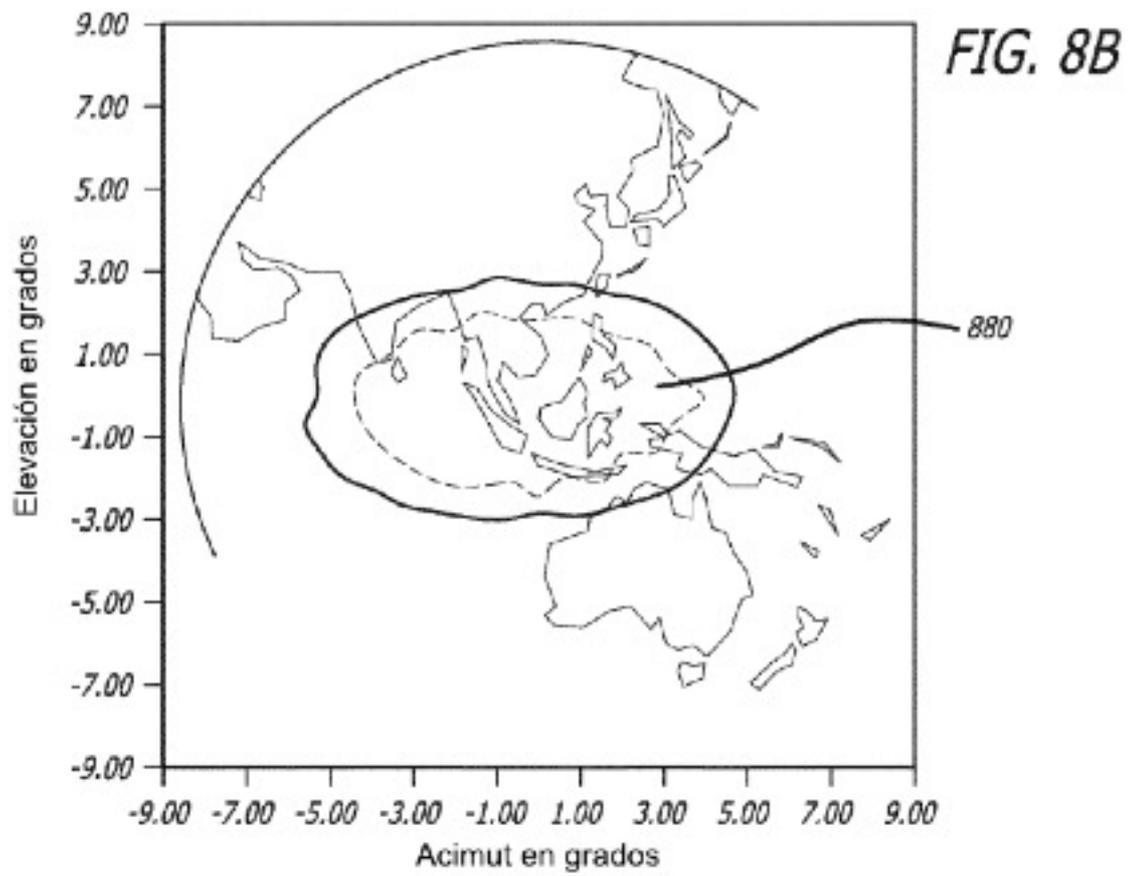
FIG. 7B

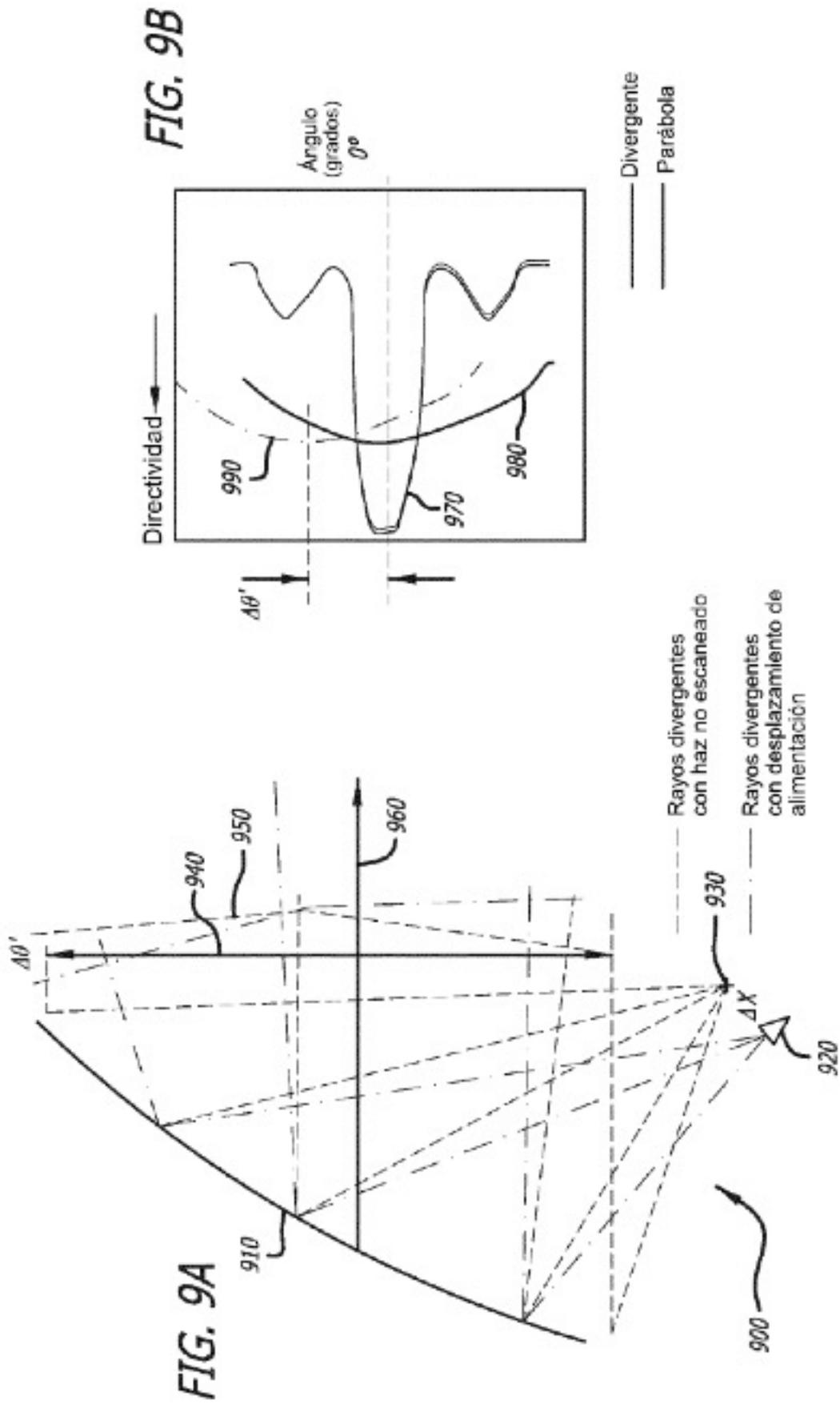
FIG. 7A

x

FIG. 8A







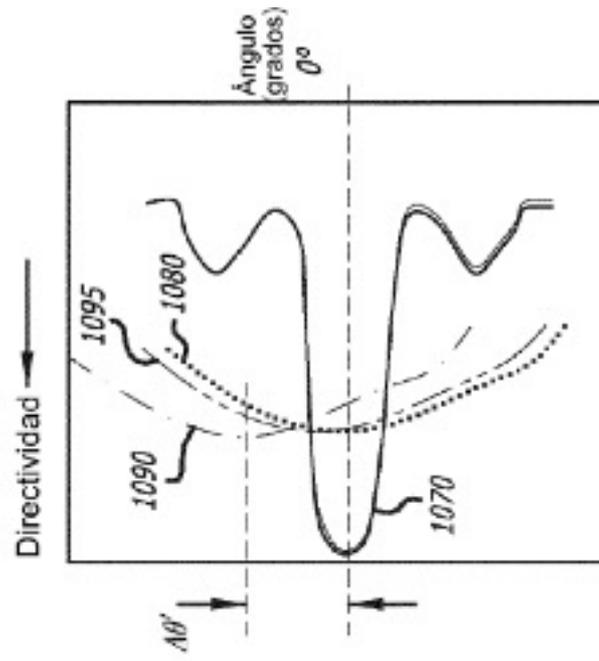
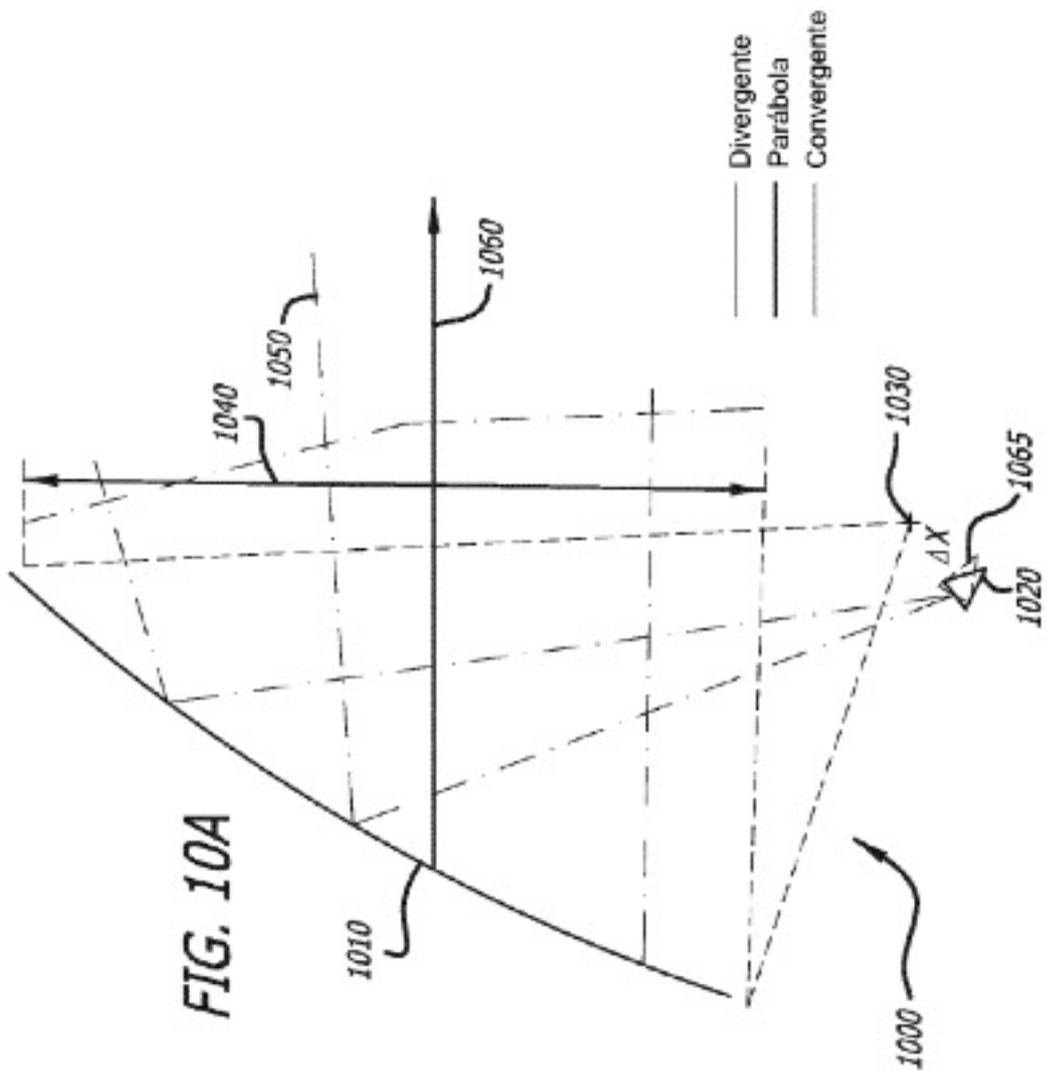


FIG. 10B

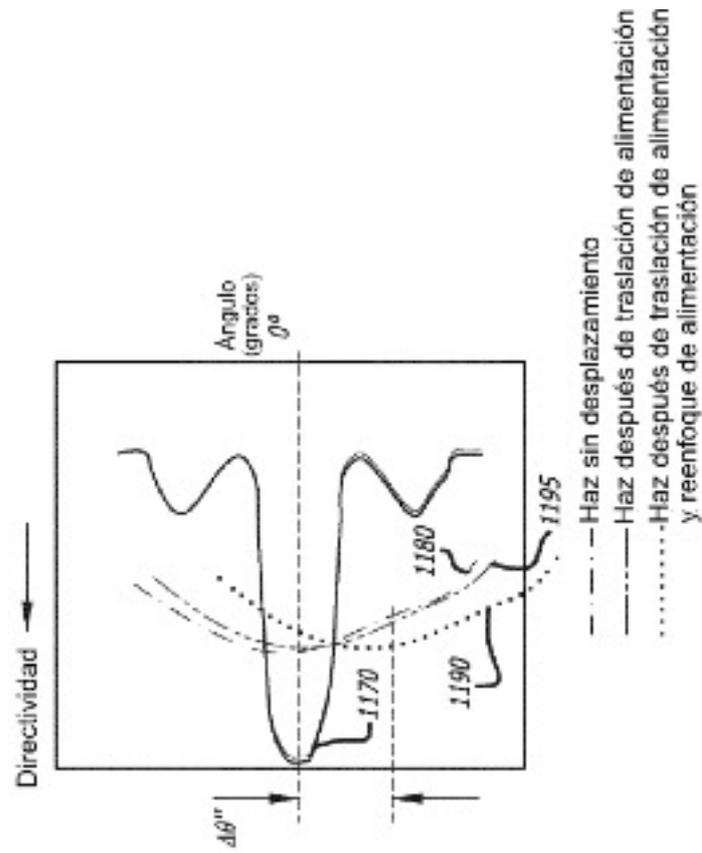


FIG. 11A

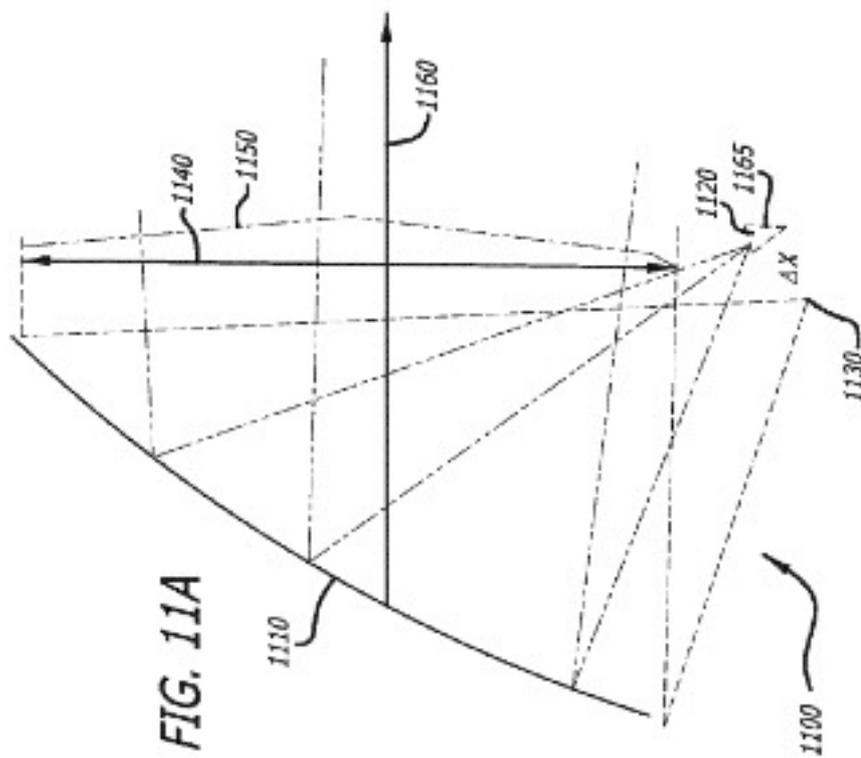


FIG. 11B

- - - - - Haz sin desplazamiento
 — Haz después de traslación de alimentación
 Haz después de traslación de alimentación
 y reenfoque de alimentación

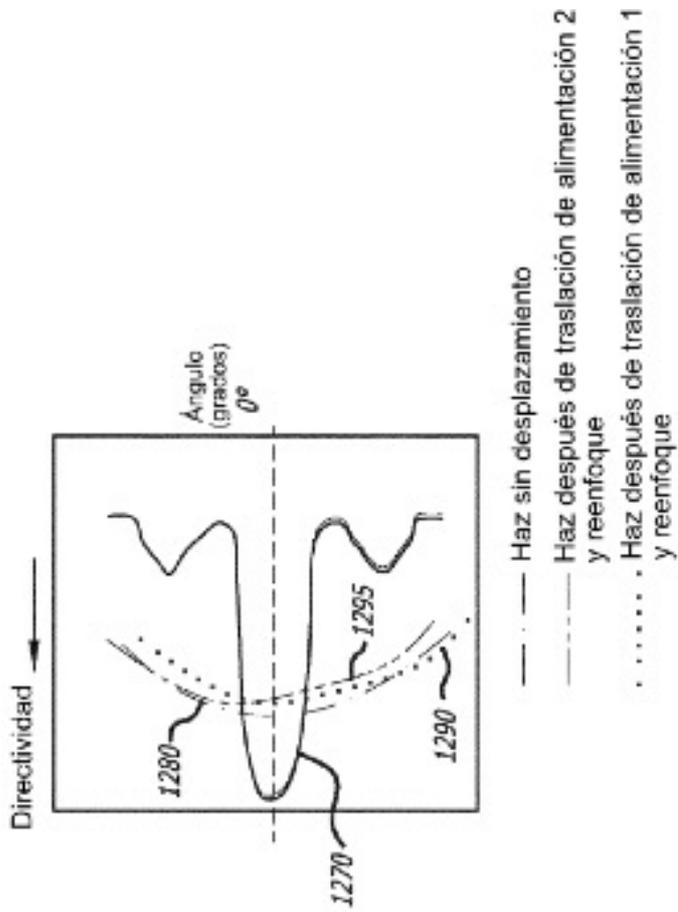


FIG. 12B

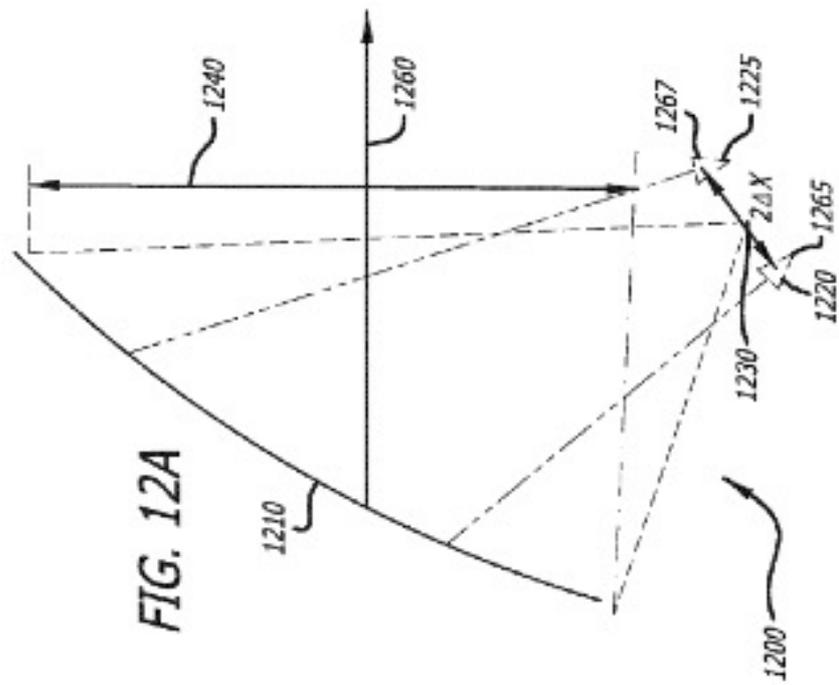
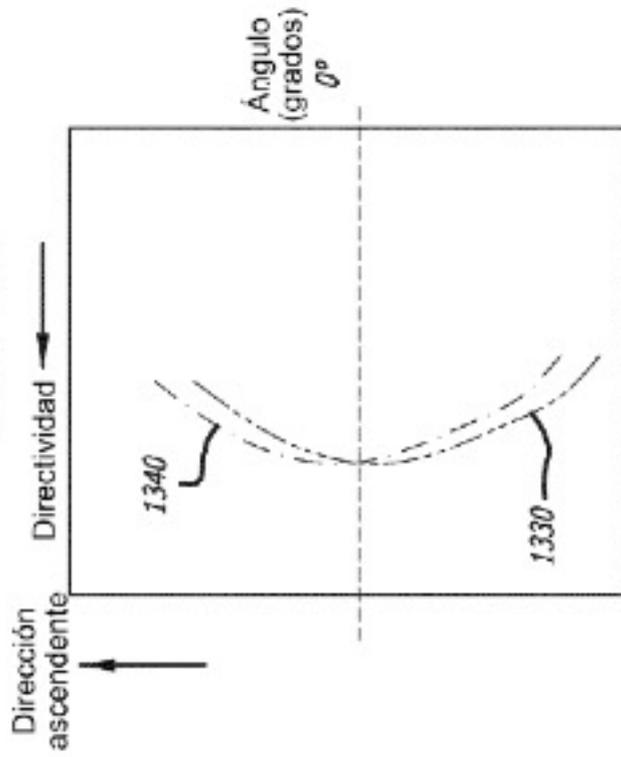
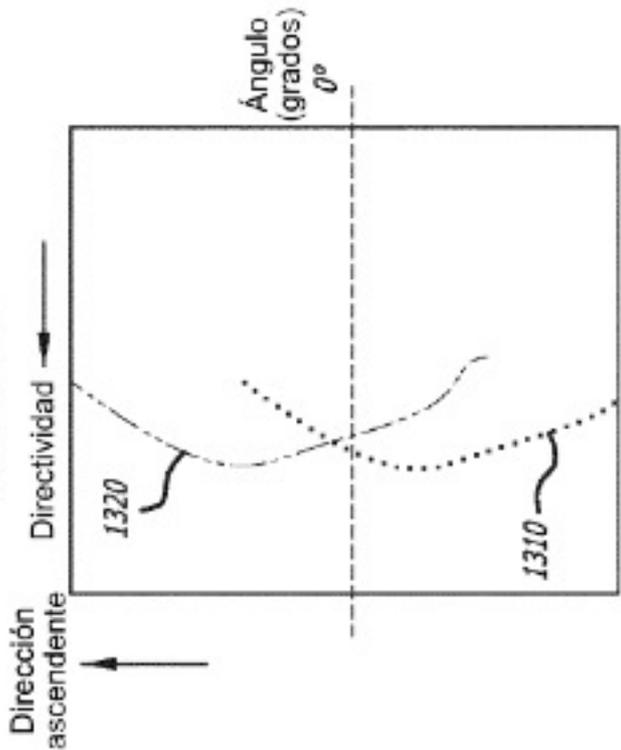


FIG. 13B



——— Haz después de traslación de la alimentación 2 y reenfoque
 - - - - - Haz después de traslación de la alimentación 1 y reenfoque

FIG. 13A



..... Haz después de traslación de la alimentación 2 y sin reenfoque
 ——— Haz después de traslación de la alimentación 1 y sin reenfoque

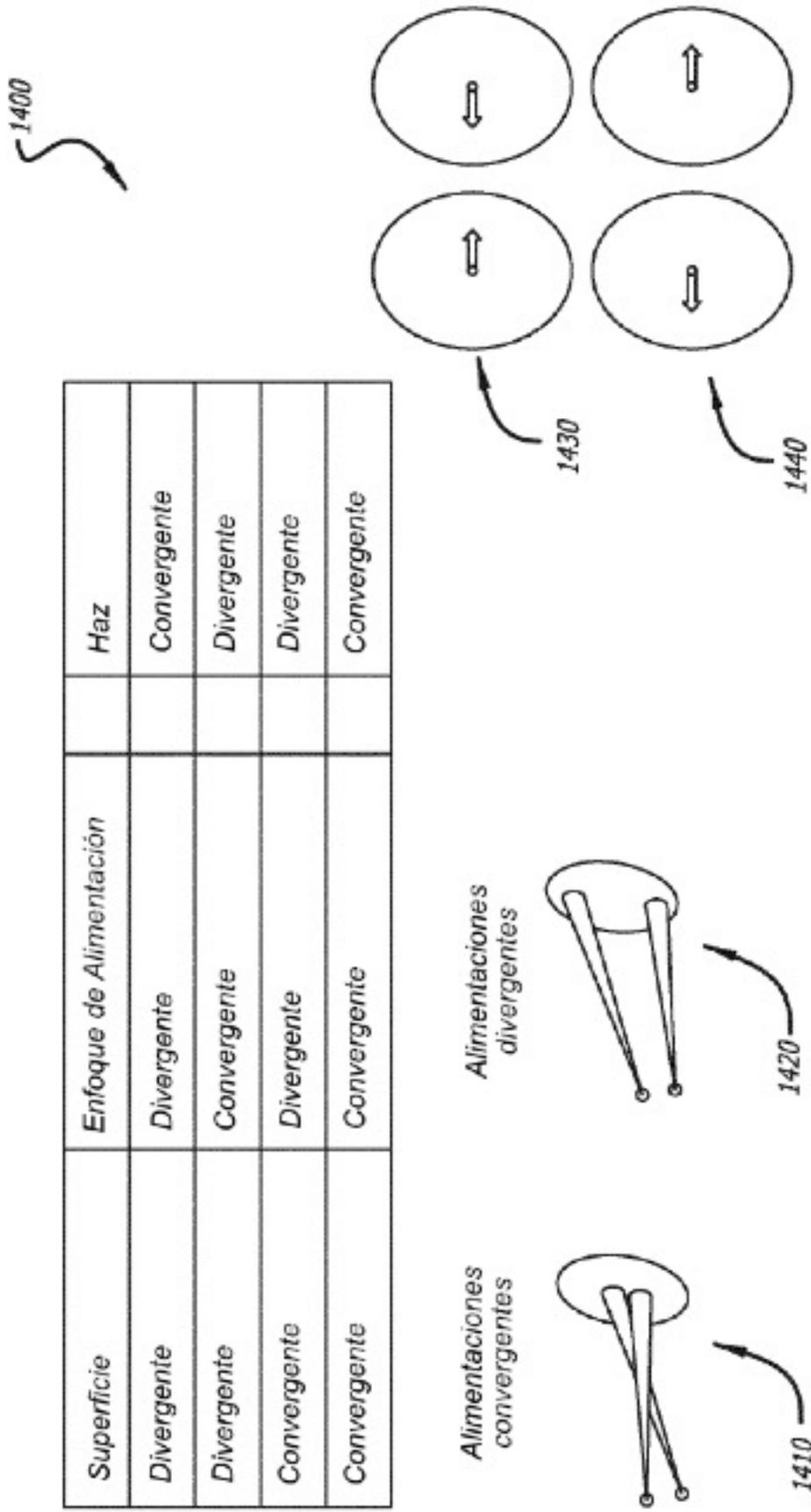


FIG. 14

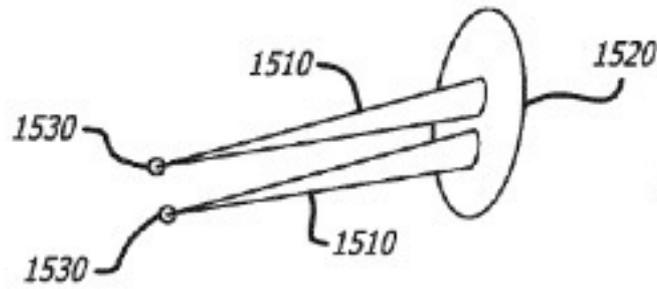


FIG. 15A

Alimentación sin reenfoque

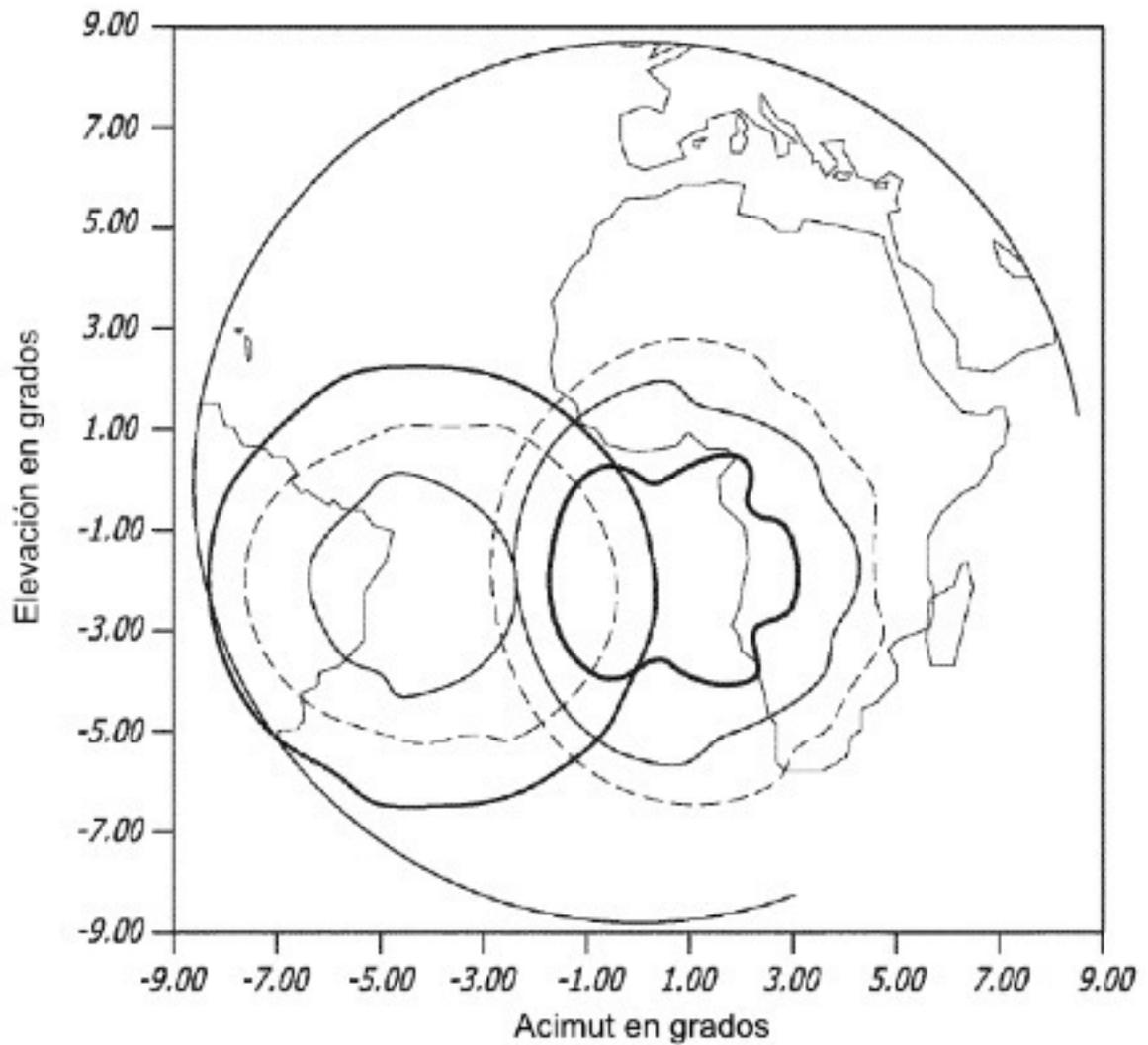


FIG. 15B

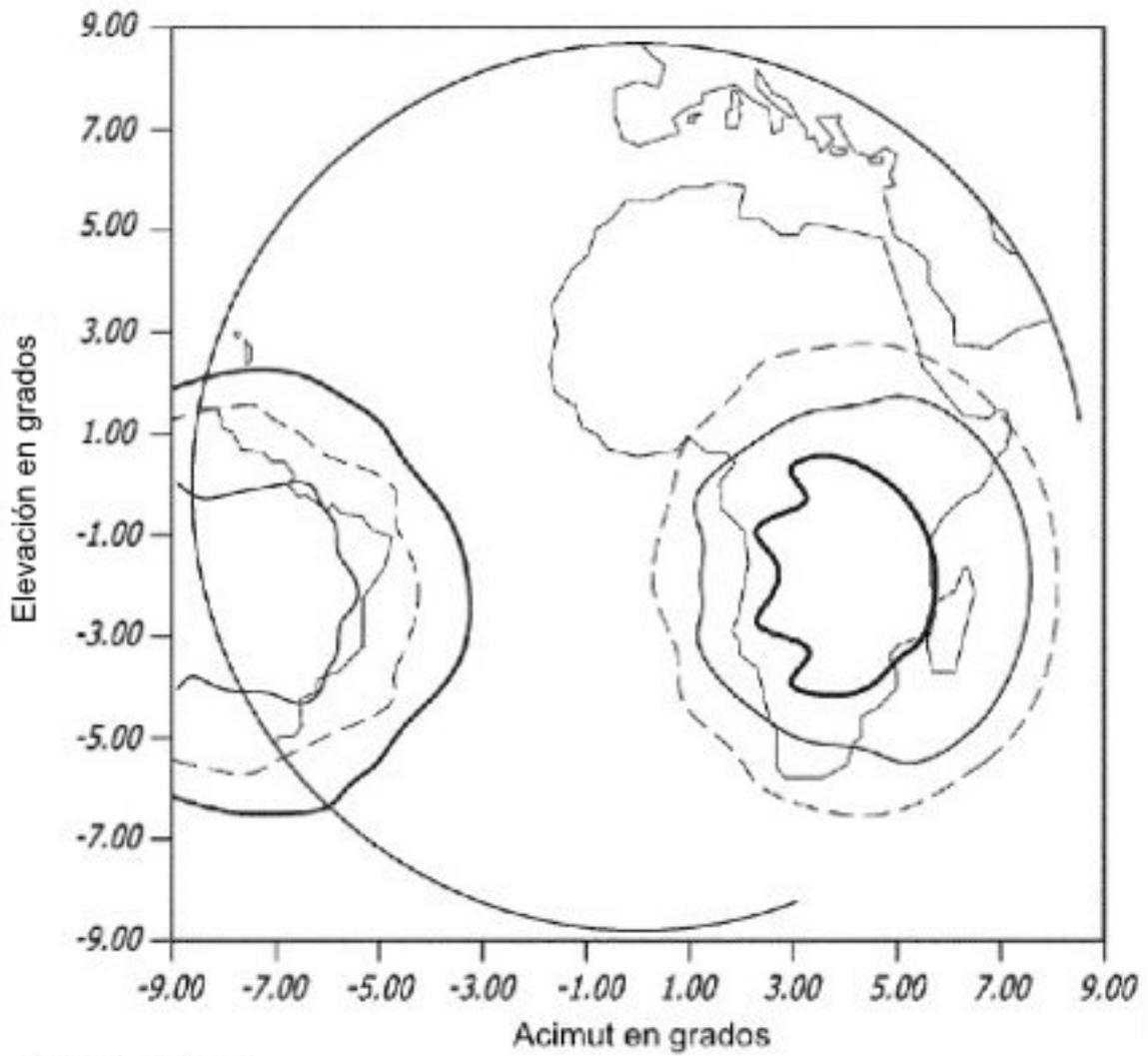
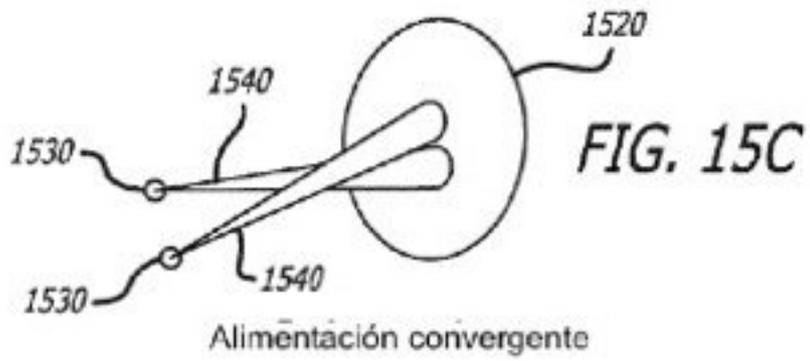


FIG. 15D

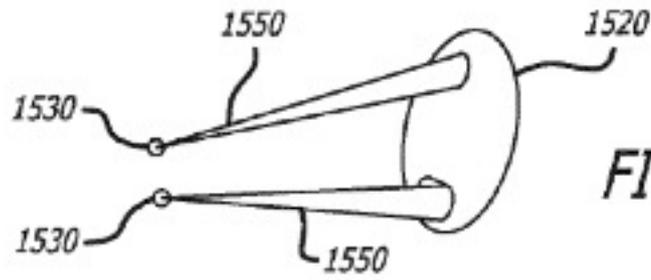


FIG. 15E

Alimentación divergente

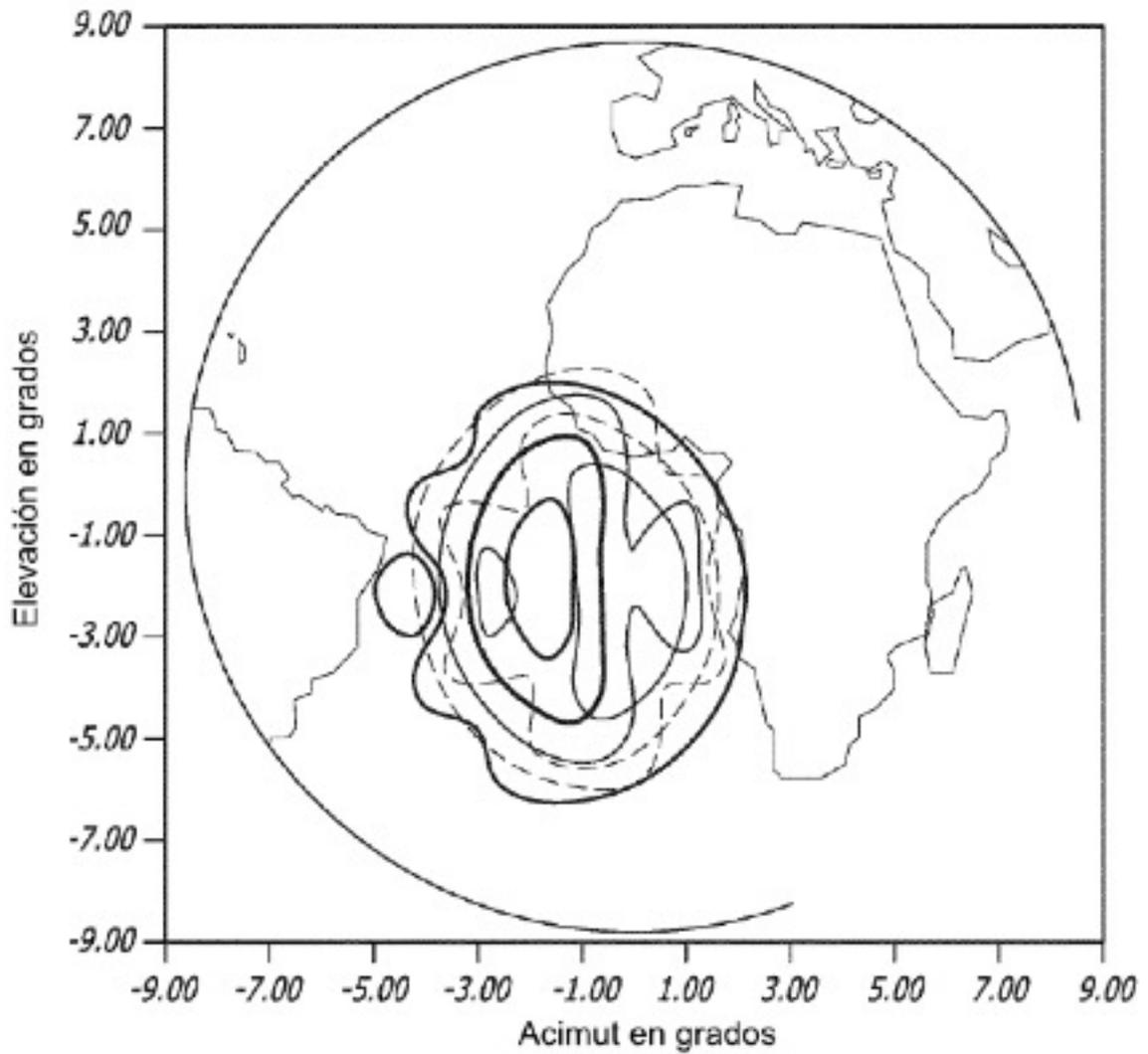


FIG. 15F

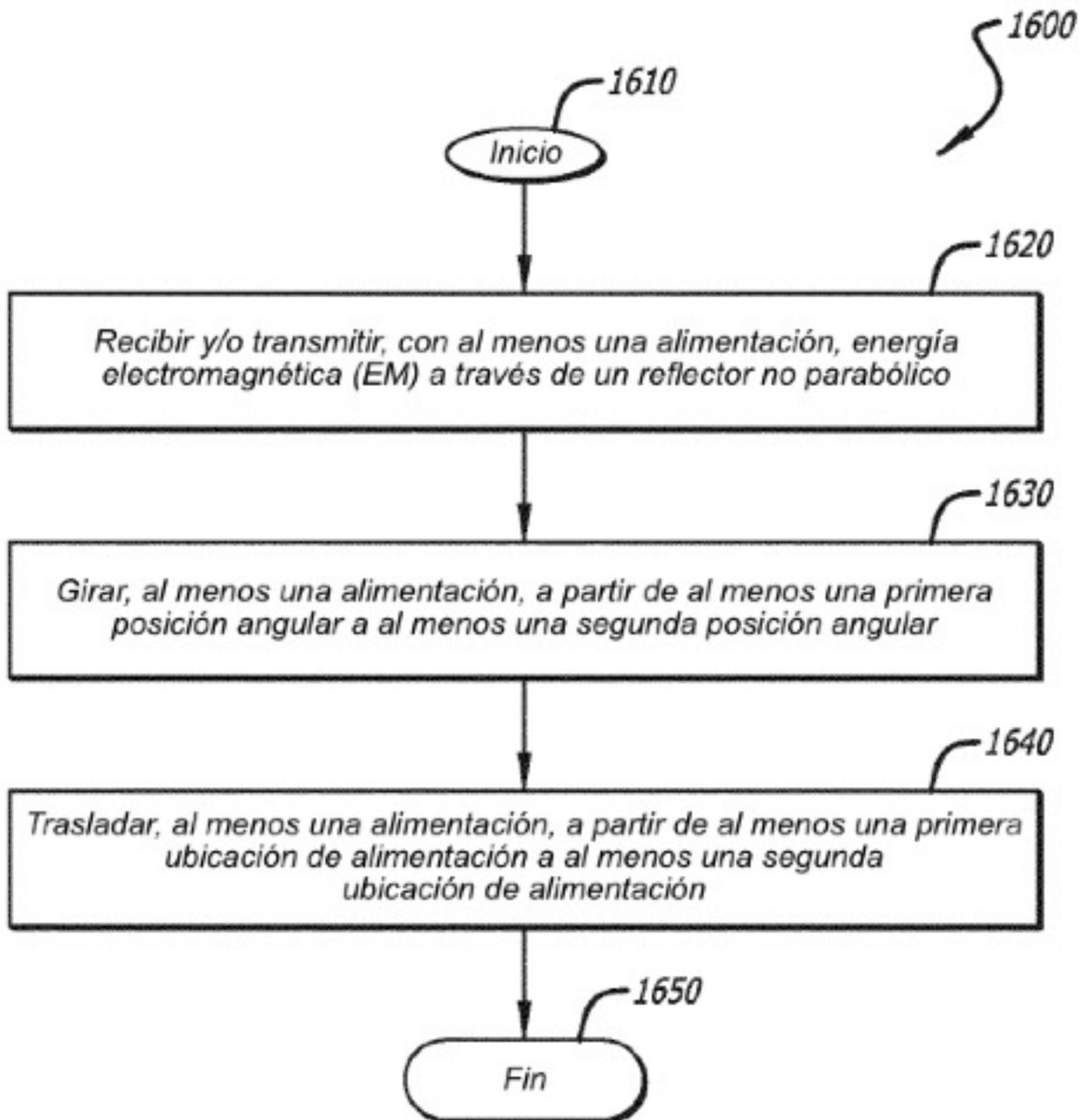


FIG. 16