

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 591 327**

51 Int. Cl.:

H01Q 17/00 (2006.01)

H01Q 19/02 (2006.01)

H01Q 19/10 (2006.01)

H01Q 21/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2011 PCT/US2011/020565**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.07.2011 WO11085237**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2011 E 11701314 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.08.2016 EP 2522051**

54 Título: **Elementos de control de haz de antena, sistemas, arquitecturas y métodos para radar, comunicaciones y otras aplicaciones**

30 Prioridad:

08.01.2010 US 293620 P

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

28.11.2016

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)
Hedeager 42
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**VANGEN, KNUT y
PLEYM, JAN**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 591 327 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

Elementos de control de haz de antena, sistemas, arquitecturas y métodos para radar, comunicaciones y otras aplicaciones

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere, en general, a sistemas de control de haz de antena y, más específicamente, a elementos de control de haz de antena, sistemas, arquitecturas, y métodos para radar y otras aplicaciones, tales como sistemas de comunicación, etc.

Antecedentes de la técnica

15 Las antenas transmisoras y receptoras de radio se instalan con frecuencia en el lateral de las torres, tales como torres de turbinas eólicas y de telecomunicaciones, y otras estructuras físicas, así como en las cercanías de otros sistemas que emplean transmisores y receptores de radio. Las antenas con cobertura azimutal ancha o que pueden explorar un rango azimutal ancho pueden tener la estructura física dentro de su área de radiación, donde la estructura puede perturbar la función de la antena. Además, los conjuntos de antenas a menudo generan un lóbulo principal deseado, pero también lóbulos lateral y trasero que pueden reducir la ganancia efectiva y direccionalidad del conjunto total y producir reflejos indeseados, disminuyendo de esta manera el rendimiento del sistema.

20 Aunque la propia estructura física limitará el ángulo azimutal utilizable para la antena, incluso para ángulos azimutales fuera del sector físicamente bloqueado, parte del haz de antena puede iluminar la estructura física, reduciendo la precisión por reflejos indeseados mediante la estructura, o la estructura puede producir reflejos secundarios incluso cuando no está iluminada. También, el haz de antena no debe apuntarse de manera que la interferencia de múltiples trayectorias mediante la estructura pueda perturbar la función del sistema. Para que la antena opere en ángulos azimutales cercanos a la estructura, se requiere una antena de alta ganancia. Para una antena con haz orientado, los ángulos de exploración cercanos a la estructura pueden no ser utilizables. Para conjuntos de baja ganancia, el ángulo de exploración utilizable se vuelve fuertemente limitado debido al lóbulo ancho y posibles lóbulos laterales. Añadir material absorbente de RF en la estructura física reducirá el problema. Sin embargo, ya que la estructura de la torre puede ser muy grande en comparación con la propia antena, añadir material absorbedor a la propia estructura puede ser caro o poco práctico.

25 Además, la proximidad de otros sistemas que emplean transmisores y receptores de radio, tales como radar y sistemas de comunicaciones, puede limitar el ángulo utilizable y/o el ancho de banda de un sistema. Los sistemas basados en radio vecinos combinados con la interferencia de estructura física pueden limitar de manera grave el rango operacional de los sistemas basados en antena.

30 Las soluciones de la técnica anterior al problema de obstrucciones típicamente implican el uso de antenas direccionales o absorbedores. Las antenas direccionales, tales como cuernos, a menudo proporcionan ganancia superior, pero limitan el área de cobertura de la antena, requiriendo de esta manera más antenas para proporcionar la cobertura y aumentando el coste. El número aumentado de antenas puede hacer también la instalación y operación de las antenas más difícil, si las antenas tienen que alinearse con mayor precisión. El uso de absorbedores, tales como aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos n.º 5.337.066, reduce la ganancia de la antena, que, a su vez, típicamente reduce la distancia de cobertura de la antena.

Se requieren soluciones de antena mejoradas que superen las diversas limitaciones asociadas con las soluciones de la técnica anterior para posibilitar sistemas con rendimiento y aplicaciones mejorados.

35 40 45 50 55 Las solicitudes de patente europea EP 1689030 y EP 1635187 describen conjuntos de radar planares o planos para uso en vehículos tales como coches. En la primera solicitud se usa un absorbedor y refuerzo metálico para proporcionar apantallamiento de un componente de señal reflejado de polarización cruzada que es ortogonal a la señal co-polarizada principal desde una antena de conjunto de parche, se usa una placa de rendija para bloquear la señal de polarización cruzada y reflejarla de vuelta en el volumen de dispositivos de antena. En la última solicitud se proporciona una unidad de radar auto-contenida.

Sumario de la invención

60 La invención se define en las reivindicaciones independientes a las que se hace ahora referencia. Se exponen características preferidas en las reivindicaciones dependientes.

65 La presente invención proporciona un sistema que comprende elementos de control de haz de antena para radar para mejorar el rendimiento de transmisión y recepción de los dispositivos y sistemas que emplean tales antenas. El impacto de la radiación reflejada o que emana desde estructuras próximas, radares y redes en antenas de alta o baja ganancia puede gestionarse proporcionando uno o más elementos de control de haz que pueden colocarse en el campo cercano de la antena para aumentar la ganancia de antena y potenciar la radiación emitida o recibida

5 mediante la antena a un ángulo menor que un primer ángulo con relación a la ganancia de antena y la radiación emitida o recibida mediante la antena a un ángulo mayor que un primer ángulo. En diversas realizaciones, puede aumentarse la ganancia de antena e intensidad pico 20 a un ángulo menor que el primer ángulo y puede reducirse la ganancia de antena e intensidad pico a un ángulo mayor que el primer ángulo con relación a la ganancia de antena en ausencia del elemento de control de haz.

10 Los elementos de control de haz pueden desplegarse en combinación con las antenas en diversos sistemas de la presente invención de manera que el impacto de la radiación reflejada desde el aerogenerador, 25 comunicación, u otras torres que soportan el sistema u otras estructuras próximas, así como radiación desde redes de comunicación inalámbricas próximas puede reducirse a un nivel aceptable. La cantidad de radiación reflejada desde estructuras y la radiación desde redes próximas que es aceptable puede depender de la aplicación particular en la que se despliega el sistema inventivo. Por ejemplo, aplicaciones de radar y de telefonía móvil de voz y de datos pueden tener 30 requisitos diferentes de relación de señal a ruido, así como otras características de señal.

15 Los elementos de control de haz incluyen materiales absorbente y reflectante que se usan en combinación para mejorar la ganancia de la antena, mientras se reduce la transmisión y recepción de radiación indeseable mediante la antena. Los elementos de control de haz pueden situarse próximos a la antena para que sean comparables en tamaño con la propia antena, que es beneficioso desde una perspectiva de coste e instalación. Un experto en la materia apreciará que el impacto del elemento de control de haz en el rendimiento de señal/radiación patrón/antena se verá influenciado por su localización en el campo cercano.

20 La antena aplicable consiste en elementos de antena básicos en un conjunto en los ejes horizontal (azimut) y vertical (elevación). El uso del presente elemento de control de haz permite que se use un haz de antena ancho, que es deseable por razones de coste, puesto que puede reducirse el número de elementos de antena. La antena de área ancha inventiva con el elemento de control de haz con rendimiento mejorado proporciona también margen adicional en la instalación y uso de la antena, debido al área y distancia de cobertura aumentadas. Además de sistemas fijos, el elemento de control de haz inventivo es compatible con elementos de antena controlados en fase, que permite que se use orientación de haz, por ejemplo en aplicaciones de radar de exploración electrónica, etc.

30 De esta y otras maneras, la presente invención trata las limitaciones de la técnica anterior como se hará evidente adicionalmente a partir de la memoria descriptiva y los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

35 Los dibujos adjuntos se incluyen con el fin de ilustración ejemplar de diversos aspectos de la presente invención, y no con fines de limitar la invención, en los que:

La Figura 1 muestra realizaciones de un sistema de antena con al menos un elemento de control de haz;

40 La Figura 2 muestra realizaciones de al menos una porción de un sistema de antena con referencia al eje de radiación y elemento de control de haz;

45 Las Figuras 3a y b muestran representaciones de la selección de un primer ángulo y colocación de un elemento de control de haz con relación a un elemento de antena, lóbulos principal y lateral idealizados y una estructura,

La Figura 4 muestra realizaciones de conjunto 2 x 8 desde el lado trasero siendo el eje Z el ángulo de haz azimutal de referencia;

50 Las Figuras 5-7 muestran diversos resultados de simulación y prueba de ganancia de antena frente a ángulo azimutal con y sin el elemento de control de haz de la presente invención,

Las Figuras 8a y b muestran representaciones de la colocación del sistema de antena en una aplicación de aerogenerador,

55 Las Figuras 9a y b muestran las realizaciones de la presente invención usadas en aplicaciones de comunicación y radar, y,

La Figura 10 muestra realizaciones alternativas para despliegue en diversas aplicaciones desde una vista superior.

60 Se apreciará que las implementaciones, características, etc., descritas con respecto a las realizaciones en las figuras específicas pueden implementarse con respecto a otras realizaciones en otras figuras, a menos que se establezca expresamente o no sea posible de otra manera.

Descripción de las realizaciones

La Figura 1 representa un sistema ejemplar 10 que incluye una antena que tiene uno o más elementos de antena 12 que pueden disponerse en un conjunto en los ejes horizontal (azimut) y/o vertical (elevación), así como otras configuraciones según se desee. Por ejemplo, los elementos en la realización ilustrada en la Figura 1 están dispuestos en conjuntos soportados mediante un panel 14, que está conectado adicionalmente mediante un marco 16 para formar una unidad de campo desplegable. El sistema 10 incluye al menos un elemento de control de haz 20 que está situado de acuerdo con la presente invención y la aplicación próxima a la antena 12 a un primer ángulo, para atenuar la radiación emitida desde o que se acerca a la antena a un ángulo mayor que el primer ángulo con relación a radiación emitida desde o que se acerca a la antena a un ángulo menor que el primer ángulo.

Se apreciará que el impacto del elemento de control de haz 20 puede describirse en términos de señales, o más generalmente radiación, que pasa a través de la antena, o como alternativa mediante el rendimiento de la antena, por ejemplo, la ganancia. Por ejemplo, el elemento de control de haz 20 puede aumentar la ganancia de la antena potenciando de esta manera la señal o la radiación aumentando la intensidad, potencia total en el lóbulo principal y/o la forma del lóbulo principal. A la inversa, reducir la ganancia de la antena produce señales/radiación atenuadas. Además, la radiación y las señales pueden usarse de manera intercambiable en diversas aplicaciones. Los ejemplos pueden centrarse en una descripción para facilitar la descripción de la invención, pero a menos que se indique de otra manera pretenden limitar la invención.

El elemento de control de haz 20 puede implementarse de una diversidad de sistemas 10, tales como sistemas de radar incluyendo aquellos descritos en la Patente de Estados Unidos n.º 7.136.011.

Debería observarse que un elemento de control de haz 20 de acuerdo con la invención puede ser parte de un sistema 10 que incluye un único elemento de antena, unos conjuntos de elementos, o incluso varios conjuntos que operan en un conjunto de conjuntos. A menos que se indique de otra manera, una referencia al elemento o conjunto de antena 12 en lo sucesivo en el presente documento se pretende que cubra cualquiera y todas estas configuraciones alternativas, y el número de referencia 12 puede hacer referencia a un único elemento o a una pluralidad de elementos en un conjunto o a una pluralidad de conjuntos conectados al mismo transmisor. De manera similar, antena se usará como un término general que hace referencia a cualquier configuración de uno o más elementos de antena.

El elemento de control de haz 20 puede incluir al menos un material parcialmente reflectante situado para reflejar la radiación del lóbulo lateral en la dirección de la radiación de lóbulo principal. Por ejemplo, el elemento de control de haz 20 puede configurarse para reflejar y atenuar la radiación de lóbulo lateral emitida desde la antena a un ángulo que es mayor que el primer ángulo en la dirección de la radiación de lóbulo principal que se emite desde la antena a un ángulo menor que el primer ángulo.

El elemento de control de haz 20 puede configurarse para atenuar señales de diversos grados, o radiación más en general, que se acercan y emiten desde la antena a un ángulo que es mayor que el primer ángulo. Por ejemplo, si se usa un material reflectante, puede configurarse para reducir fuertemente la potencia de señal, o intensidad de radiación en la antena a ángulos mayores que el primer ángulo reduciendo de manera eficaz la ganancia de antena dependiendo de la cantidad de material de atenuación usado en combinación con el material reflectante. Al mismo tiempo, el material reflectante puede usarse para aumentar la ganancia de antena para potenciar la radiación, es decir, aumentar la intensidad o potencia pico, a ángulos menores que el primer ángulo a alcances variables dependiendo de la cantidad de material de atenuación usado en combinación con el material reflectante.

En diversas realizaciones, el elemento de control de haz 20 puede configurarse para minimizar el impacto en la ganancia de antena y las características de señal o radiación resultantes a menores que el primer ángulo. Por ejemplo, puede ser deseable limitar el impacto del elemento de control de haz 20 en el lóbulo principal, mientras se modifican los lóbulos laterales. En otras realizaciones, puede ser deseable estrechar o ensanchar el lóbulo principal, así como controlar la intensidad máxima de la señal/radiación o ganancia pico de la antena.

El elemento de control de haz 20 puede situarse próximo a una o más antenas dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, el elemento de control de haz 20 puede diseñarse de manera simétrica y situarse entre dos o más elementos de antena de transmisión/recepción, para impactar los elementos de una manera similar. En otras realizaciones o aplicaciones, pueden ser más útiles diseños asimétricos dependiendo del diseño de antena y posición del elemento de control de haz. En diversas realizaciones, el elemento de control de haz 20 puede situarse próximo a un conjunto de antena a un primer ángulo con relación al conjunto y configurarse para reducir la ganancia de antena para atenuar señales que se acercan al conjunto a un ángulo que es mayor que el primer ángulo y aumentar la ganancia de antena para potenciar al menos una señal emitida desde las múltiples antenas a un ángulo menor que el primer ángulo reflejando la radiación desde ángulos mayores que el primer ángulo.

La Figura 2 muestra una porción de una sección transversal horizontal del sistema 10 de la Figura 1, con polarización vertical - el plano H es el plano del papel. Un único elemento de antena 12 puede incluir un plano de tierra 22, el elemento de parche 24 (alimentación eléctrica no mostrada), y un radomo 26. El radomo 26 y el plano de

tierra 22 pueden extenderse a través de varios elementos de parche 24. Será evidente para un experto en la materia que este elemento de control de haz no está limitado a esta geometría de conjunto, polarización y tipo de elemento de antena básico, y es aplicable para uso de única cara o de doble con cualquier elemento único y/o conjunto y tipo de elemento de antena básico. El elemento de control de haz 20 puede incluir una placa de apantallamiento 28, material absorbedor 30 y el radomo 26. Se apreciará que los radomos 26 pueden estar integrados, como planos de tierra 22. En estas realizaciones ejemplares, dos elementos 12 adyacentes entre sí en la dirección horizontal tienen un eje de referencia de radiación azimutal nominal entre los dos elementos, y la radiación horizontalmente puede orientarse cerca de 22,5 grados desde el eje desplazando en fase señales a los dos elementos. Si se disponen varios elementos de manera adyacente en la dirección vertical (perpendicular al plano del papel de la Figura 2), como se muestra en la Figura 1, la radiación desde la antena puede orientarse también en la dirección vertical.

La selección del primer ángulo puede verse influenciada por un número de diseños de sistema y objetivos operacionales. Por ejemplo, el primer ángulo puede depender de la geometría del sistema y el número de elementos de antena que se emplean en cada unidad y el número de sistemas que se desarrollan en una red. El diseño y composición de material del elemento de control de haz serán en general una consideración de la selección del primer ángulo.

La Figura 3a representa los lóbulos principal y lateral de radiación que se emiten desde un elemento de antena 12 en presencia de un objeto interferente, tal como una estructura, 40 que podría provocar reflejos indeseados de la radiación devuelta a la antena. El primer ángulo puede elegirse con relación al eje del lóbulo principal de la antena o conjunto de antena para excluir la estructura 40 del campo de radiación del elemento o conjunto de antena 12. Debería observarse que en ausencia de alguna orientación del eje del lóbulo principal por desplazamiento de fase, el eje del lóbulo principal de la Figura 3a corresponde al eje de referencia de radiación azimutal nominal de la Figura 2.

La Figura 3b muestra la colocación del elemento de control de haz 20 en el primer ángulo, para reducir fuertemente la ganancia resultante del elemento de antena 12 a ángulos hacia la estructura 40. Esta configuración reduce la radiación en, así como los reflejos desde, la estructura 40. Si el elemento de control de haz 20 reduce la ganancia a todos los ángulos o proporciona una combinación de ganancia reducida a ángulos mayores que un ángulo dado y ganancia aumentada a ángulos menores que el mismo ángulo puede depender de la magnitud del primer ángulo y de las características del elemento de control de haz 20. En el caso de un objeto interferente 40 y la antena usada para aplicación de radar, la transmisión mediante el objeto 40 puede crear imágenes en espejo separadas del objeto observado a ángulos falsos o la imagen en espejo puede mezclarse con los reflejos radiados directos a partir del objeto observado para reducir la precisión angular del radar.

Dependiendo de los objetivos del sistema, que impactan adversamente a la radiación, la radiación se atenúa hasta un punto que se degrada el rendimiento de sistema por debajo de los requisitos operacionales. En otras palabras, la radiación emitida desde la antena a un ángulo menor que el primer ángulo puede modificarse sin disminuirla sustancialmente. En general, el primer ángulo se selecciona de manera que los lóbulos laterales se atenúan tanto como sea posible sin impactar de manera adversa la ganancia del lóbulo principal. En diversas realizaciones, la configuración del elemento de control de haz está equilibrada para potenciar al menos una porción de la radiación, es decir, lóbulo principal, intensidad pico, etc., mientras disminuye la radiación en los lóbulos laterales. En otras palabras, aumentar la ganancia de antena con relación al lóbulo principal, mientras se reduce la ganancia de antena con relación a los lóbulos laterales.

En diversas realizaciones, el elemento de control de haz 20 es una combinación en capas de material reflectante y de absorción. El material reflectante se emplea para bloquear sustancialmente que la radiación se acerque a la antena, es decir, señales, que se acercan a la antena desde ángulos mayores que el primer ángulo. El material reflectante puede servir también para reflejar radiación emitida mediante la antena a ángulos mayores que el primer ángulo en la dirección de radiación emitida mediante la antena a ángulos menores que el primer ángulo. El elemento de control de haz 20 puede configurarse de manera que la radiación reflejada emitida mediante la antena podría potenciar el nivel de radiación a ángulos menores que el primer ángulo. Los materiales reflectantes ejemplares son en general materiales que tienden a no absorber significativamente y a ser opacos a la radiación en la frecuencia de interés. Por ejemplo, el aluminio es un material reflectante eficaz para aplicaciones de radar. Se apreciará que los materiales empleados en diversas realizaciones pueden variar de parcialmente reflectantes a completamente reflectantes dependiendo de la aplicación.

El material de absorción se proporciona para atenuar la radiación que se acerca o emite desde la antena a ángulos mayores que el primer ángulo. La cantidad de material de absorción usado y su configuración en el elemento de control de haz depende de la forma de haz deseable de la radiación. Por ejemplo, si se desea una forma de haz aguda para el lóbulo principal de la radiación o interferencia potencial desde fuentes de radiación reflejadas o próximas puede plantear un problema, entonces el material de absorción se aumentaría en consecuencia. A la inversa, si es deseable detectar radiación reflejada y no hay otras fuentes de interferencia próximas, entonces puede usarse una cantidad menor de material de absorción. Materiales absorbedores ejemplares incluyen materiales absorbedores de RF comercialmente disponibles, tales como aquellos comercializados por ETS-Lindgren y ECCOSORB® AN de Emerson & Cuming. El espesor/cantidad de material absorbedor dependerá de la frecuencia de interés y de la cantidad deseada de atenuación en la aplicación. Por ejemplo, en una aplicación de radar a 1,3

GHz, los espesores de absorbedor en el orden de 25 mm pueden proporcionar atenuación significativa de lóbulo lateral y trasero y ángulo ancho, mientras permiten aún que el haz de lóbulo principal se haga agudo mediante el material reflectante.

- 5 La forma física de los elementos de control de haz puede variarse dependiendo de los requisitos de sistema. Por ejemplo, si el elemento de control de haz 20 se ha de situar entre dos antenas, entonces puede ser deseable que el elemento se conforme simétricamente, si se desea un impacto similar para ambas antenas. Si el elemento se situará con antenas en únicamente un lateral, entonces cada lateral del elemento puede configurarse para conseguir su objetivo específico. Por ejemplo, el lateral del elemento opuesto al lateral de una antena puede servir mejor su función pretendida con una forma y material diferentes. En realizaciones de elemento de control de haz plano 20, el material absorbedor está laminado sobre uno o ambos lados de una capa reflectante dependiendo de la aplicación.

15 Los elementos de control de haz 20 pueden localizarse en diversas posiciones con relación al elemento de antena. En muchas aplicaciones, el elemento de control de haz 20 se localizará únicamente a lo largo de una porción del perímetro de la antena. El elemento de control de haz 20 es particularmente útil cuando hay un cuerpo reflectante en el rango radiactivo o de recepción de la antena u otra antena que opere de una manera que interferiría con la función apropiada del sistema. El elemento de control de haz 20 está situado a lo largo del perímetro del elemento de antena a un primer ángulo de manera que los reflejos de radiación desde el cuerpo reflectante no se reciben o la radiación no se transmite a o recibe desde una fuente/sumidero a excluir. Aunque los elementos de control de haz 20 podrían desplegarse alrededor de todo el perímetro de la antena, aumentaría el coste del sistema sin proporcionar necesariamente un beneficio asociado. De hecho, puede ser deseable no incluir elementos de control de haz 20 excepto a lo largo de porciones específicas del perímetro, puesto que el elemento de control de haz podría limitar el rendimiento de la antena en porciones donde no son necesarios.

25 En muchos casos, es deseable tener un sistema que proporciona área de cobertura de 360 grados. Sin embargo, en algunas aplicaciones puede ser deseable eliminar antenas del sistema que apuntan en general hacia un cuerpo reflectante conocido u otro sistema que podría interferir con el rendimiento del sistema. La eliminación de las antenas 12 que apuntan hacia cuerpos reflectantes puede mejorar el rendimiento del sistema global, puesto que se eliminan los reflejos secundarios del cuerpo conocido que alcanzan otras antenas.

30 En muchas aplicaciones, los elementos de control de haz se desplegarán únicamente a lo largo del perímetro de los elementos de antena donde hay un cuerpo reflectante conocido 40 que podría interferir con el rendimiento del sistema, tal como la detección de objetivos dentro del área de cobertura de un radar. En una aplicación de radar ejemplar, el radar está situado en proximidad cercana a una torre, u otro obstáculo, para detectar objetivos que se acercan a la torre. En estos ejemplos, puede ser deseable no colocar antenas en localizaciones donde las antenas 12 podrían emitir radiación directamente hacia la torre 40. Los elementos de control de haz 12 se desplegarían próximos a antenas que puedan recibir radiación de otra manera directamente reflejada desde la torre 40, como se analiza a continuación en la Figura 8b.

40 En muchas realizaciones, el elemento de control de haz se desacoplará eléctricamente de la antena, de modo que su impacto sea en la radiación. En otras realizaciones, puede ser beneficioso acoplar la antena y el elemento de control de haz para conseguir un objetivo operacional. También, el elemento de control de haz 20 puede colocarse entre la antena 12 para minimizar y posiblemente eliminar el acoplamiento mutuo de la antena 12.

45 La Figura 4 muestra un conjunto de 2 x 8 desde el lado trasero, siendo el eje Z el ángulo de haz azimutal de referencia usado para verificación. Será evidente para un experto en la materia que la invención no está limitada a este conjunto específico o tipo de elemento de antena, y no está limitada a esta geometría específica.

50 La Figura 5 muestra la ganancia de antena como función del ángulo azimutal con y sin el elemento de control de haz 20. No se aplica orientación de fase y el haz se apunta en el eje z a partir de las Figuras 2 y 4. En el gráfico que muestra los datos sin el elemento de control de haz 20 (línea discontinua) aparecen líneas que muestran la demarcación aproximada del lóbulo principal y lóbulos laterales. Como puede observarse en el gráfico, desde el ángulo del elemento de control de haz, que en este ejemplo está situado a -22,5 grados, la atenuación añadida es aproximadamente 4 dB (un sentido), ascendiendo hasta 13 dB a -45 grados, 22,5 grados por encima del elemento de control de haz 20. Como se observa también, el lóbulo lateral está atenuado en 16 dB a -70 grados. Los resultados de ensayo mostrados están a 1325 MHz, pero se aplican resultados similares desde 1307 a 1342 MHz. Además, el elemento de control de haz potencia la ganancia máxima en el lóbulo principal con relación a la operación sin el elemento de control de haz. Como puede observarse, el elemento de control de haz 20, aunque no elimina completamente los lóbulos laterales, bloquea sustancialmente los lóbulos laterales que atenúan las señales, o que reducen la ganancia de antena, en exceso del 90 %.

65 La Figura 6 muestra resultados usando un haz azimutal con un elemento de control de haz 20 situado a -22,5 grados con relación al eje de referencia de radiación azimutal nominal y para diversos ángulos orientados. La Figura 6 muestra también la ganancia de antena cuando el haz se orienta hacia y lejos del elemento de control de haz. Los lóbulos laterales están completamente atenuados cuando se orienta el haz hacia el elemento de control de haz. Los lóbulos laterales reaparecen cuando se orienta lejos del elemento de control de haz, pero se atenúan en

comparación con los lóbulos laterales correspondientes sin el elemento de control de haz.

La Figura 7 muestra que la elevación (perpendicular, eje de campo E, haz de azimut a 0 grados, haz de elevación orientado) se ve casi sin afectar por el elemento de control de haz, cuando se despliega en un conjunto.

5 Aunque el elemento de control de haz puede configurarse de muchas maneras en la presente invención, es a menudo deseable tener un número de las siguientes propiedades:

- 10 • Preferentemente pasivo, tal como una combinación de materiales absorbentes y reflectantes (apantallamiento). Construcción mecánica sencilla de sándwich para fabricación a bajo coste.
- Situado en el campo cercano de la antena donde es posible un pequeño tamaño, altura y coste en lugar de cubrir estructuras mayores con elementos absorbedores o reflectantes.
- 15 • Situado fuera del lóbulo principal de la antena, para mínima pérdida y atenuación del lóbulo principal de señales deseadas y dentro del lóbulo lateral de la antena, maximizando la atenuación de lóbulo lateral y trasero.
- Adecuado para reducción y punto de corte de radiación práctico hacia estructuras externas que bloquearían o distorsionarían de otra manera la señal y crearían reflejos indeseados y para reducir la radiación de la antena próxima a cero a un ángulo de radiación bien definido.
- 20 • Robusto a diversos ángulos de haz principal orientados en una antena de conjunto en fase, donde el lóbulo puede orientarse tanto en el eje del elemento absorbedor como en el eje perpendicular o únicamente uno de dichos ejes. La distorsión del haz en el eje perpendicular es insignificante. La distorsión del haz en el eje del elemento de control de haz está bien controlada incluso cuando el haz principal está orientado cerca del ángulo del elemento de control de haz.
- Efecto predecible en el haz de antena, que puede compensarse de manera predecible en procesamiento de señal posterior, es decir, buena correspondencia entre simulación electromagnética en 3D y mediciones.
- 25 • Patrones de radiación bien controlados y predecibles incluso con orientación de haz en ambos ejes permiten rendimiento de radar de alta precisión incluso a ángulos de exploración cercanos a una estructura física donde la precisión estaría comprometida de otra manera cuando se usan antenas de baja ganancia.
- Permite la operación a ángulos de exploración cercanos a objetos indeseados tales como torres y edificios, insensibles a cambios en el objeto indeseado a enmascarar.
- 30 • Aumenta la ganancia del lóbulo principal efectiva hacia el lateral del elemento de control de haz. La ganancia aumentada es comparable a usar un conjunto de antena de orden superior. Como ejemplo, un conjunto de 2 con el elemento de control de haz funciona comparable a un conjunto de 4 elementos en el lateral del elemento de control de lóbulo.

35 En diversas realizaciones, los elementos de control de haz están configurados para permitir que dos o más antenas tengan áreas de cobertura solapante, mientras aún realizan la tarea de atenuar y potenciar las diversas señales. En otras realizaciones, los elementos de control de haz se configurarán para minimizar o eliminar el solapamiento entre las áreas de cobertura de antena. Los expertos en la materia apreciarán las compensaciones con solapamiento que proporciona un área de cobertura continua y sin solapamiento que permite la reutilización del espectro, etc., para

40 múltiples antenas. Por ejemplo, en aplicaciones de radar puede ser deseable proporcionar área de cobertura solapante para asegurar que los objetivos que se están detectando por el radar puedan rastrearse continuamente en el área de cobertura. En aplicación de comunicaciones, puede no ser deseable tener rangos solapantes, si se va a usar el mismo espectro de frecuencia.

45 Las Figuras 8a y b muestran realizaciones (no necesariamente a escala) del sistema 10 desplegado cerca de la estructura 40. En estas realizaciones, los elementos de antena 12 pueden proporcionarse de manera azimutal y/o verticalmente para proporcionar un área de cobertura sustancialmente continua en el plano azimutal. Se apreciará que los elementos de antena normalmente no se desplegarán en la dirección de la estructura o estructuras 40 para reducir coste y/o rendimiento de control. En la presente invención, uno o más elementos de control de haz 20 pueden desplegarse para evitar que se reciban reflejos desde la estructura 40 por los elementos de antena 12.

50 Aunque la Figura 8a y b muestra únicamente una estructura 40, se apreciará que pueden estar muchas estructuras 40 en un área de cobertura potencial para el sistema 10, tal como en un parque de aerogeneradores, y el ángulo de cobertura azimutal del sistema 10 y el número y diseño de elementos de control de haz 20 puede variarse para adaptarse al despliegue particular.

55 En realizaciones de antena de radar, el sistema 10 puede instalarse en torres y edificios donde estas estructuras 40 bloquearán parcialmente el ángulo de visión, y pueden generar trayectorias de señal indeseadas que reducen la precisión de medición de ángulo de radar, como se ha descrito anteriormente. El elemento de control de haz 20 asegura un punto de corte predecible de radiación en la estructura externa 40, permitiendo buena precisión en

60 ángulos azimutales de haz orientado de menos de 5 grados desde el elemento de control de haz. En estas realizaciones, puede ser deseable proporcionar cobertura de menos de 360 debido a la proximidad de la estructura física 40. Como tal, no se usará únicamente el elemento de control de haz 20 para bloquear sustancialmente la radiación que se transmite hacia o se refleja mediante la estructura 40, sino que el sistema 10 puede configurarse para excluir elementos de antena 12 o exploraciones en la dirección de la estructura física 40, como se muestra en

65 las figuras.

- La Figura 9a representa realizaciones de torre de comunicación, tal como para antenas de estación base de red celular y otros sistemas de comunicación inalámbricos, en los que múltiples sistemas 10 se sitúan próximos a la estructura 40. Las antenas básicas normalmente son conjuntos con alta ganancia de elevación y baja ganancia azimutal, donde los lóbulos lateral y trasero azimutales pueden radiar bien en células vecinas y cercanas a las vecinas de manera que estas células pueden separarse en frecuencia, código o tiempo para evitar interferencia. En estas aplicaciones, el elemento de control de haz 12 puede mejorar el aislamiento entre cada célula en el eje azimutal, permitiendo la re-utilización de intervalos de frecuencia, código o tiempo en la estación base, además de evitar la interferencia de la estructura. La reutilización en aplicaciones de comunicación puede proporcionar un beneficio significativo en que la reutilización aumenta de manera eficaz el ancho de banda disponible de la estación.
- La Figura 9b representa realizaciones de la invención, en las que puede usarse el sistema 10 como un sistema de radar rellenador de huecos, o sombras, para uso en áreas donde un radar primario 50 no puede proporcionar cobertura adecuada del área por cualquier número de razones incluyendo la presencia de estructuras, por ejemplo, edificios, y restricciones sobre el uso de instalaciones y lugares cerca del radar. En estas realizaciones, el elemento de control de haz ayudaría a reducir los reflejos del radar primario que alcanzan la antena 12. Un experto en la materia apreciará que el sistema 10 y el radar 50 pueden necesitar operar a diferentes frecuencias y orientaciones para asegurar la efectividad del sistema 10 al proporcionar cobertura de radar en áreas no cubiertas adecuadamente por el radar primario 50.
- La Figura 10 muestra la realización en la que se despliegan los elementos de antena 12 del sistema 10 que rodea y/o está integrado con una de las estructuras 40. Aunque las realizaciones de la Figura 10 muestran elementos de antena 12 desplegados únicamente de manera parcial alrededor del perímetro de la estructura 40 y en combinación con elementos de control de haz, se apreciará que el número y extensión angular de los elementos de antena 12 y los elementos de control de haz 20 situados alrededor de la estructura 40 puede variarse por el experto en la materia para despliegues y aplicaciones específicas. Se apreciará adicionalmente que otras partes del sistema 10, que podrían incluir las unidades de procesamiento central, equipo de comunicación, etc., pueden desplegarse próximas a los elementos de antena 12 en la estructura 40 o no próximas a los elementos de antena 12, por ejemplo en el suelo o próximas a otro punto de acceso en la estructura 40.
- Estas y otras variaciones, modificaciones y aplicaciones de la presente invención son posibles y se contemplan, y se pretende que la memoria descriptiva anterior y las siguientes reivindicaciones cubran tales variaciones, modificaciones y aplicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (10) que comprende:
- 5 una unidad de campo de radar configurada para soportarse mediante una estructura que bloquea parcialmente el ángulo de visión que incluye:
- una antena que comprende una pluralidad de elementos de antena (12) dispuestos de manera azimutal alrededor de la unidad de campo para proporcionar un área de cobertura sustancialmente continua, que no incluye la estructura, en el plano azimutal, estando dispuestos los elementos de antena en un conjunto en los ejes azimutal y de elevación, siendo la antena una antena de conjunto en fase en la que la radiación desde la antena puede orientarse tanto en azimut como en elevación; y
 - al menos un elemento de control de haz (20) situado a lo largo del perímetro de la antena a un primer ángulo azimutal con relación al eje de lóbulo principal de la antena para excluir la estructura del campo de radiación del conjunto de antena, de manera que se reduzcan los reflejos de la estructura recibidos mediante la antena, incluyendo el elemento de control de haz un material reflectante (28) y un material de absorción (30) situados entre la antena y el material reflectante configurados para atenuar la radiación que se acerca a la antena desde la estructura y la radiación emitida mediante la antena hacia la estructura.
- 10
2. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la estructura es una torre, y particularmente un aerogenerador o torre de comunicaciones.
- 15
3. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la unidad de campo de radar está configurada para estar en proximidad cercana a la torre para detectar objetivos que se acercan a la torre.
- 20
4. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los elementos de antena no están desplegados en la dirección de la estructura.
- 25
5. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la unidad de campo de radar es un sistema de radar de exploración electrónica, controlándose los elementos de antena en fase estando configurados los elementos de antena para orientación de haz.
- 30
6. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de control de haz es plano, con material absorbedor laminado sobre uno o ambos lados de una capa reflectante.
- 35
7. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de control de haz es simétrico y está situado entre dos o más elementos de antena para impactar la radiación emitida o recibida mediante aquellos elementos de una manera similar.
- 40
8. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el elemento de control de haz es asimétrico.
- 45
9. Un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que el elemento de control de haz está situado fuera del lóbulo principal de la antena y dentro del lóbulo lateral de la antena para minimizar la atenuación del lóbulo principal y maximizar la atenuación de los lóbulos lateral y trasero.
- 50
10. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las demás reivindicaciones, en el que el material reflectante es aluminio.
11. Un sistema de acuerdo con cualquiera de las demás reivindicaciones, en el que el material de absorción es un material absorbedor de frecuencia de radio.
12. Una turbina eólica que comprende un sistema de acuerdo con cualquier reivindicación anterior.

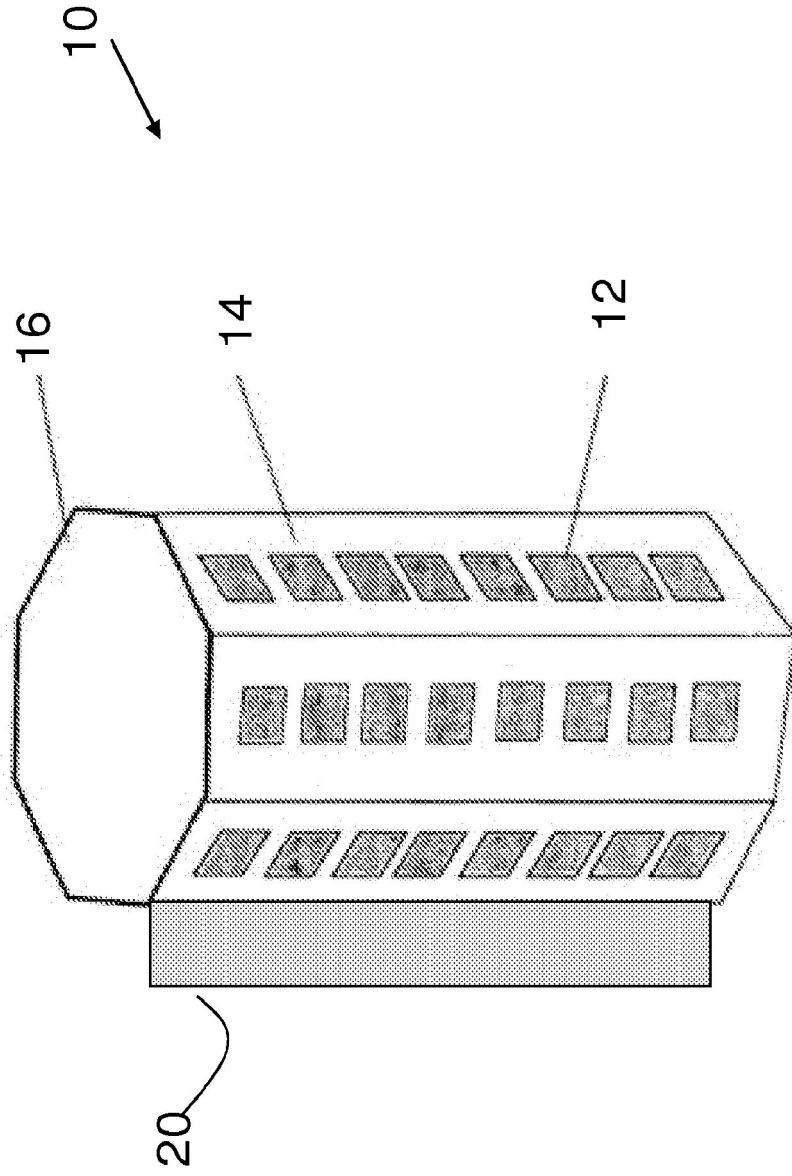


Fig. 1

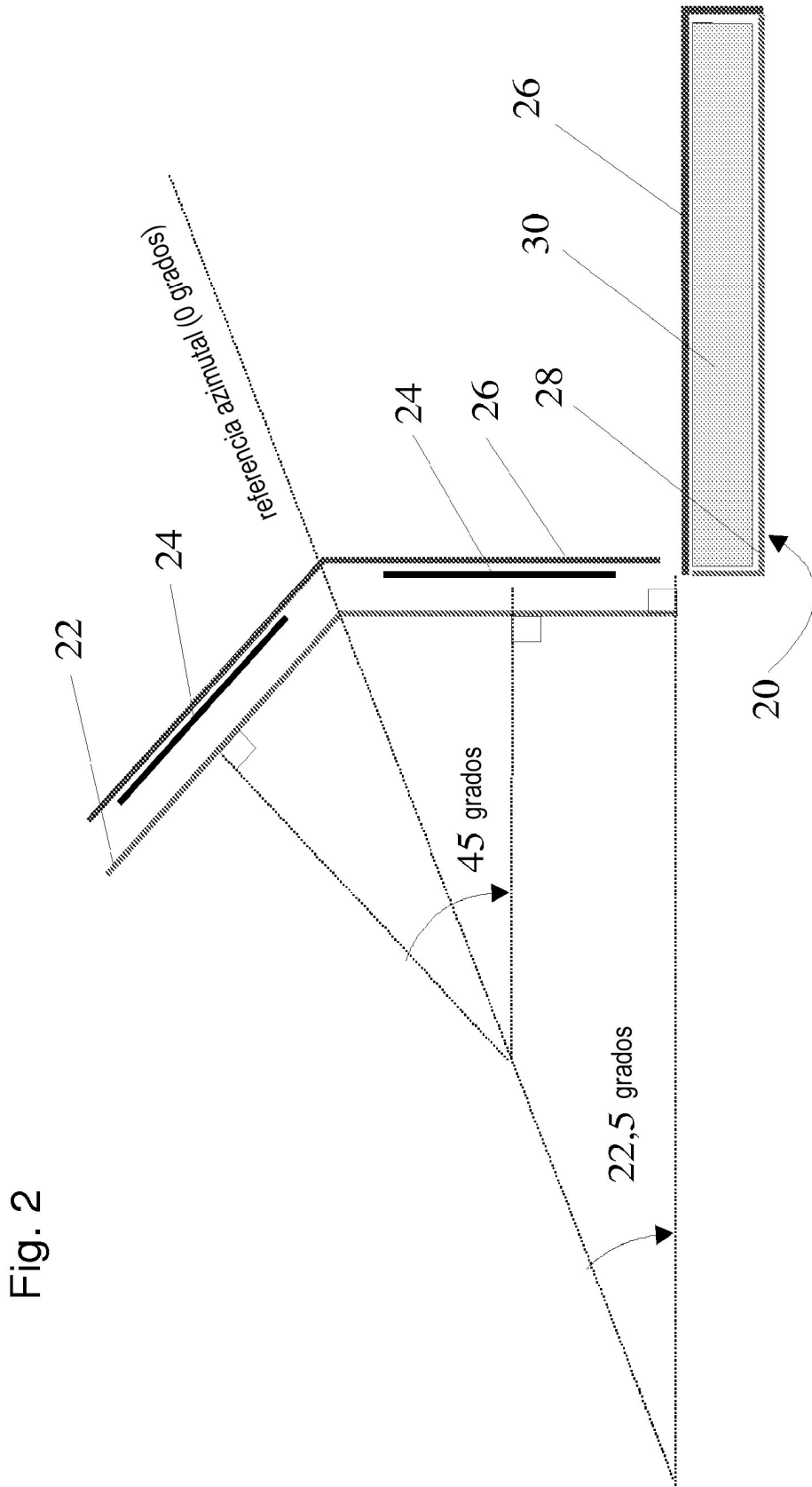


Fig. 2

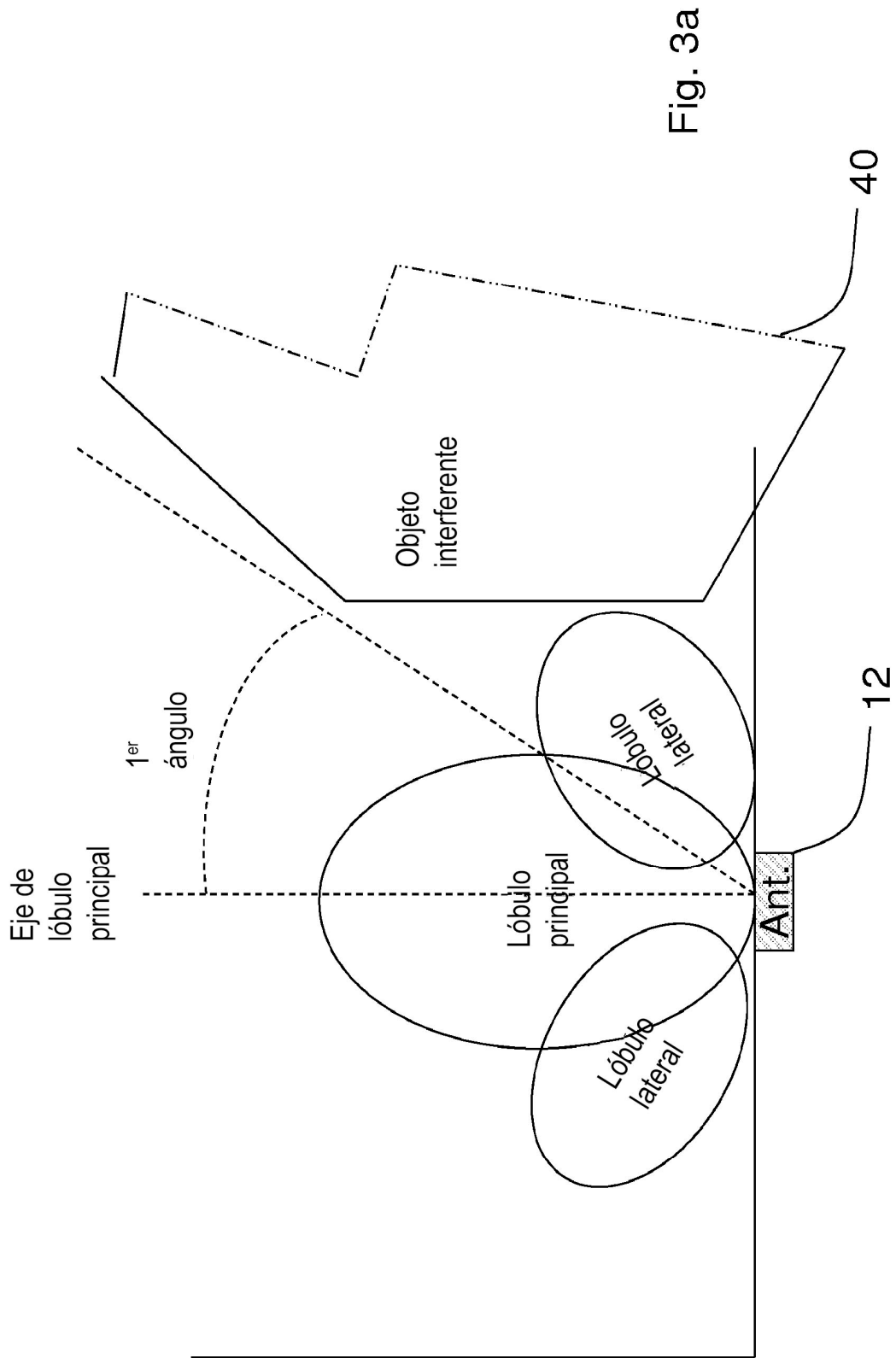


Fig. 3a

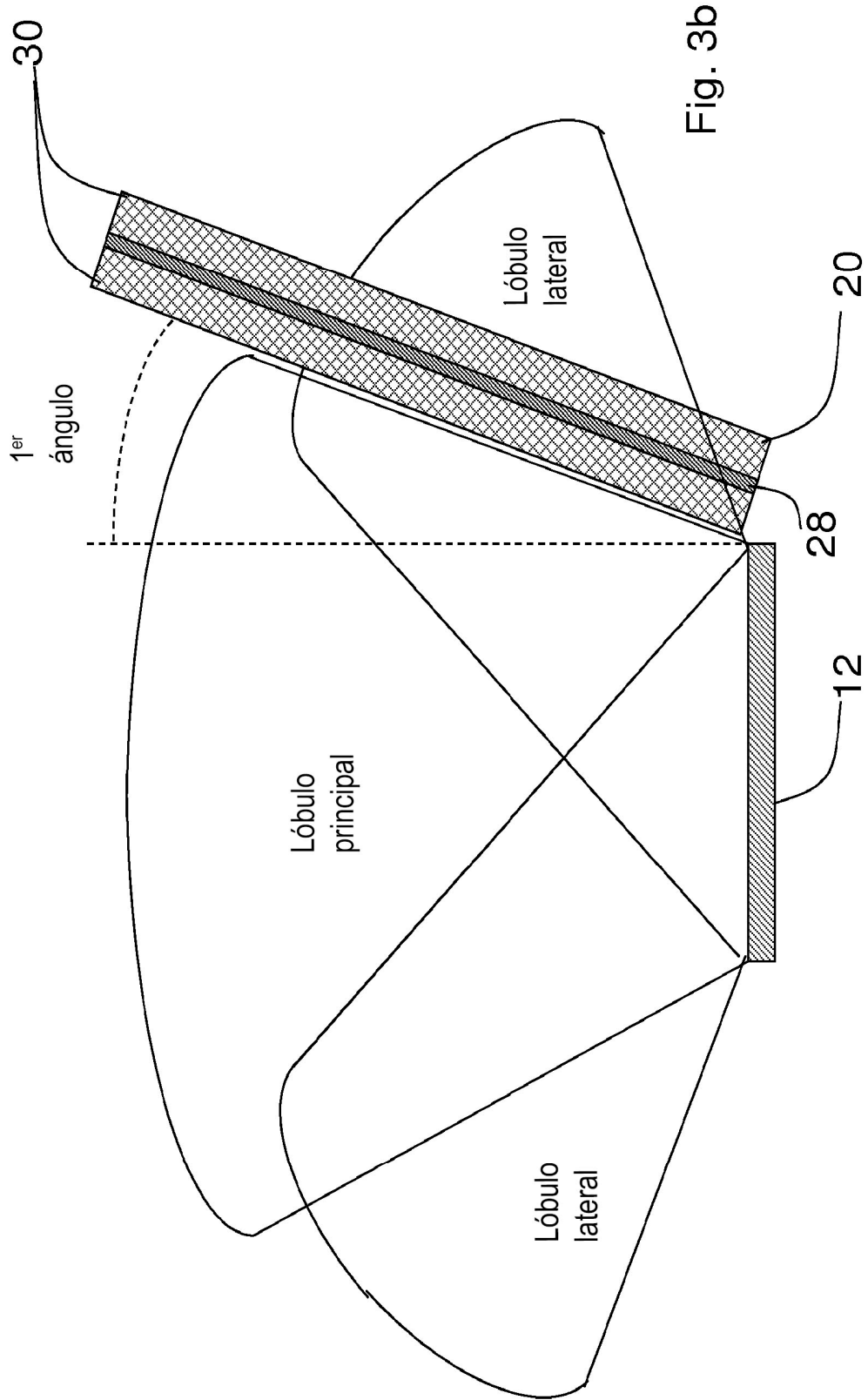


Fig. 4

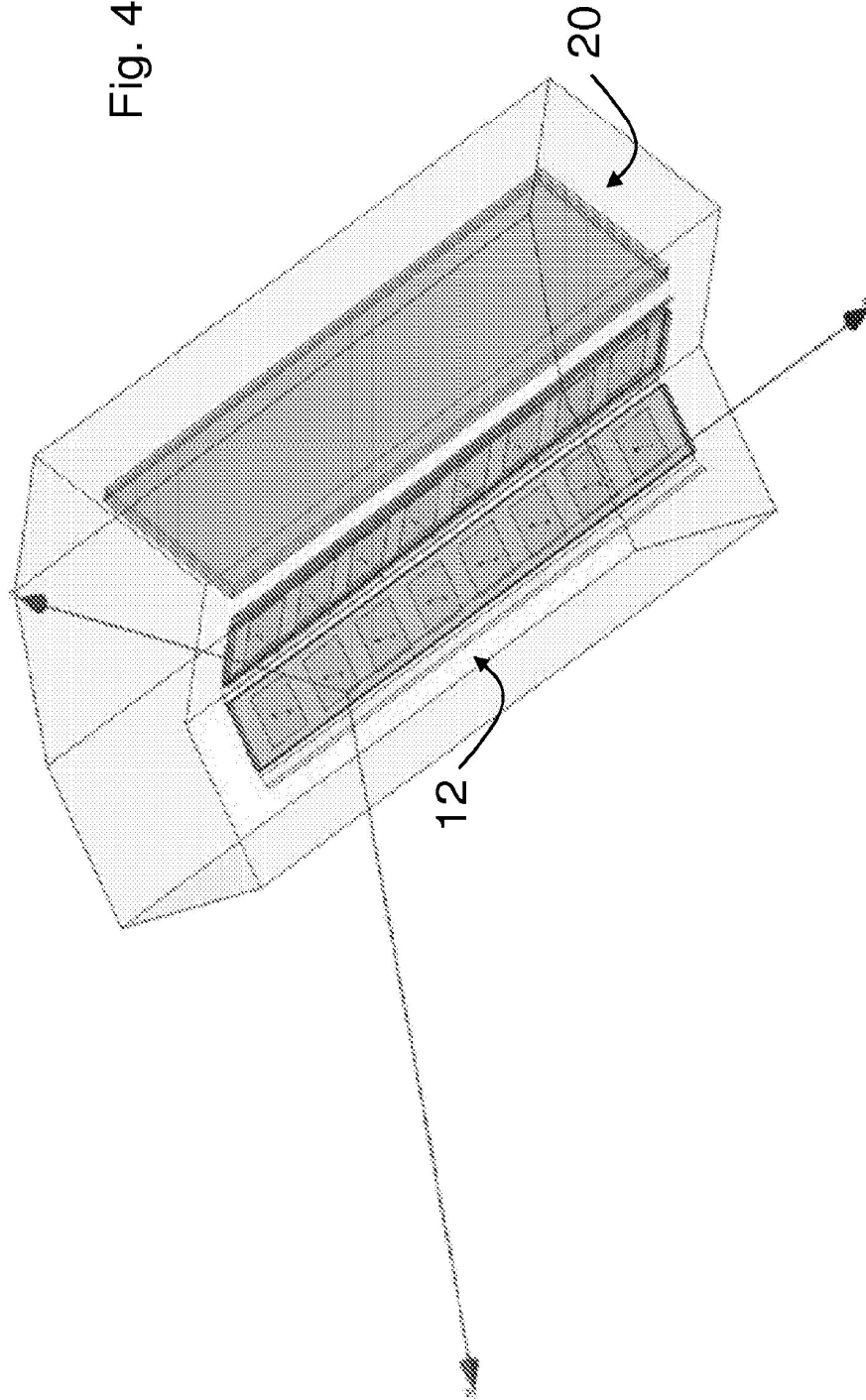


Fig. 5

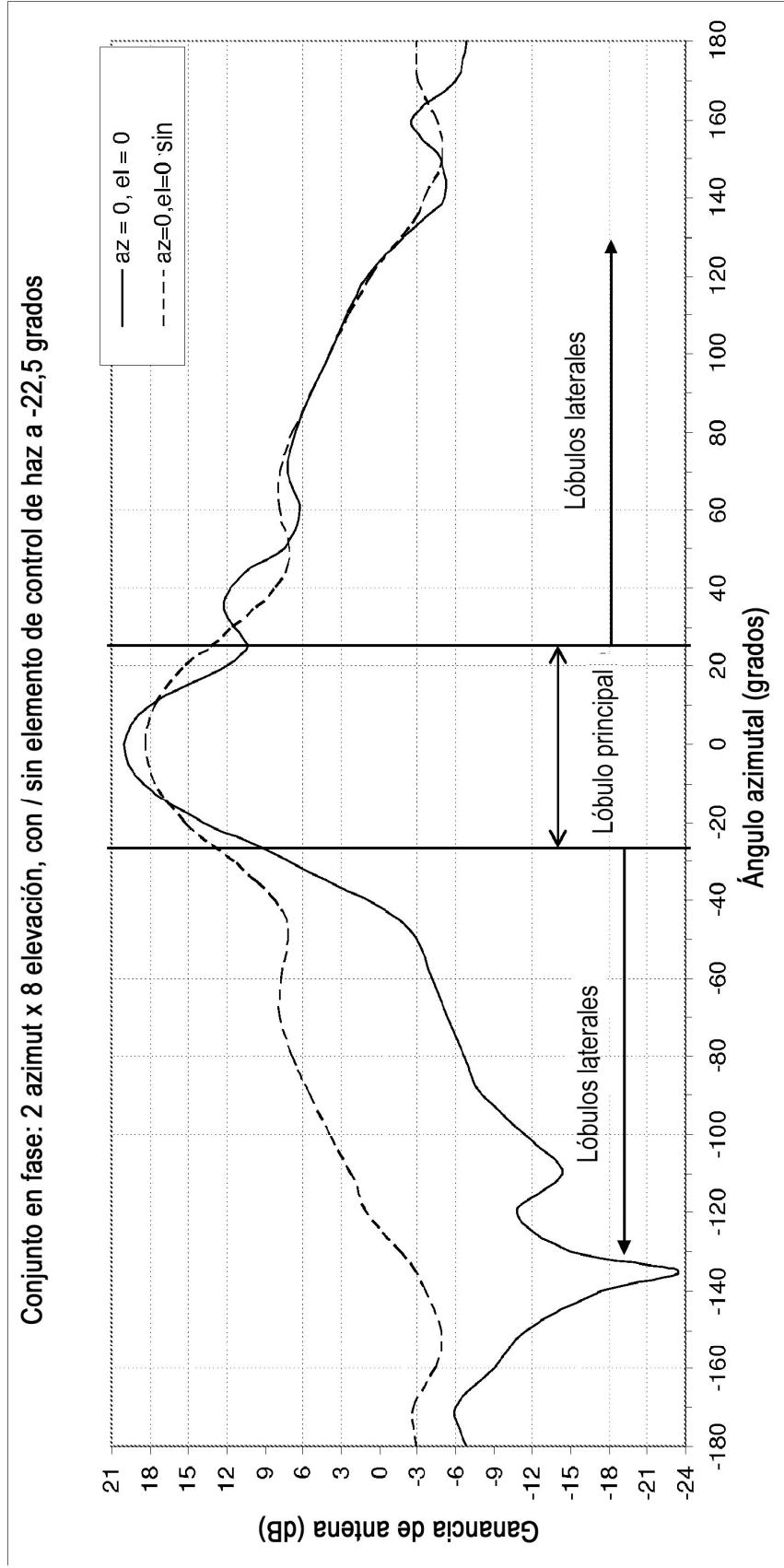


Fig. 6

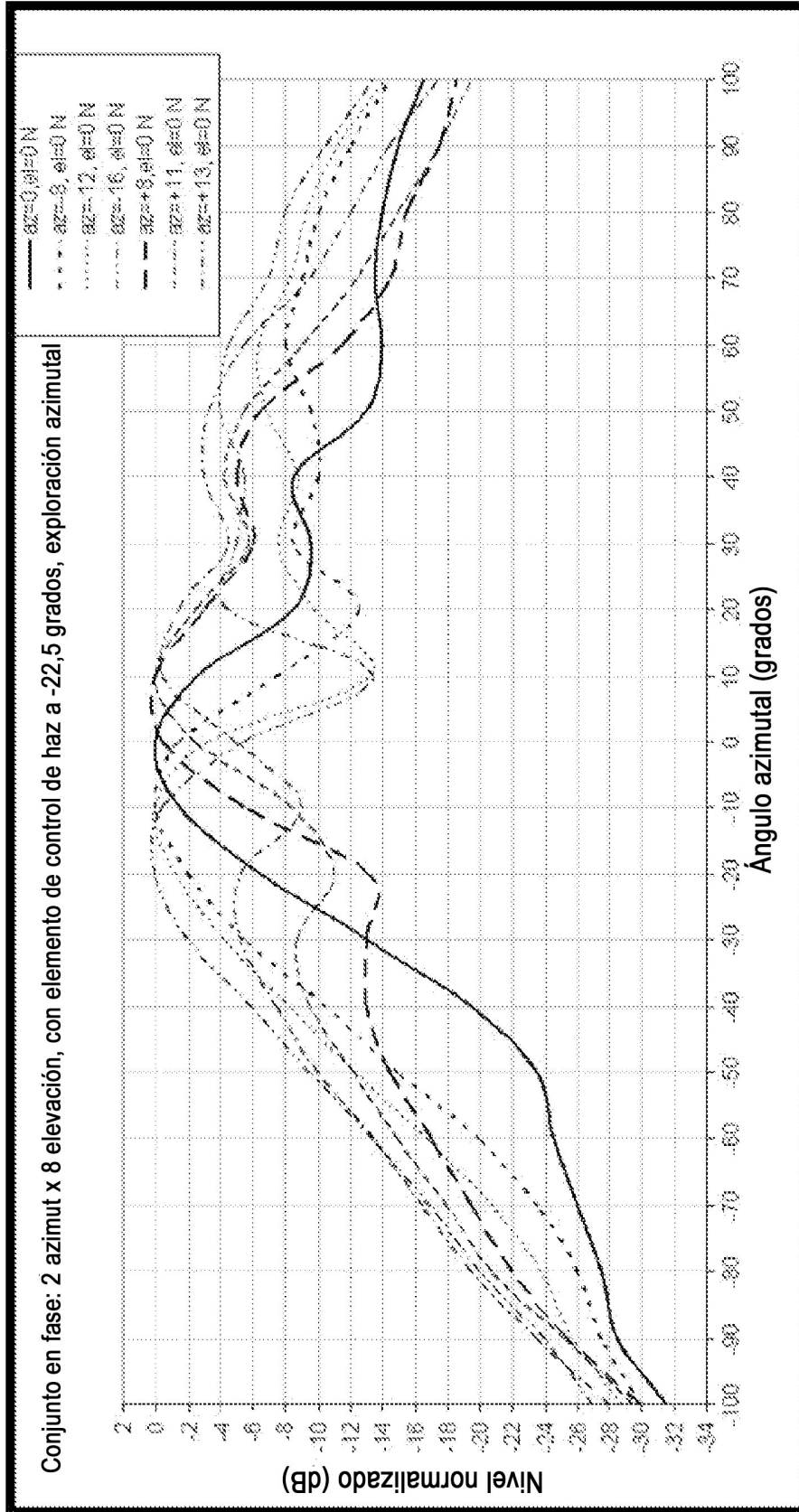


Fig. 7

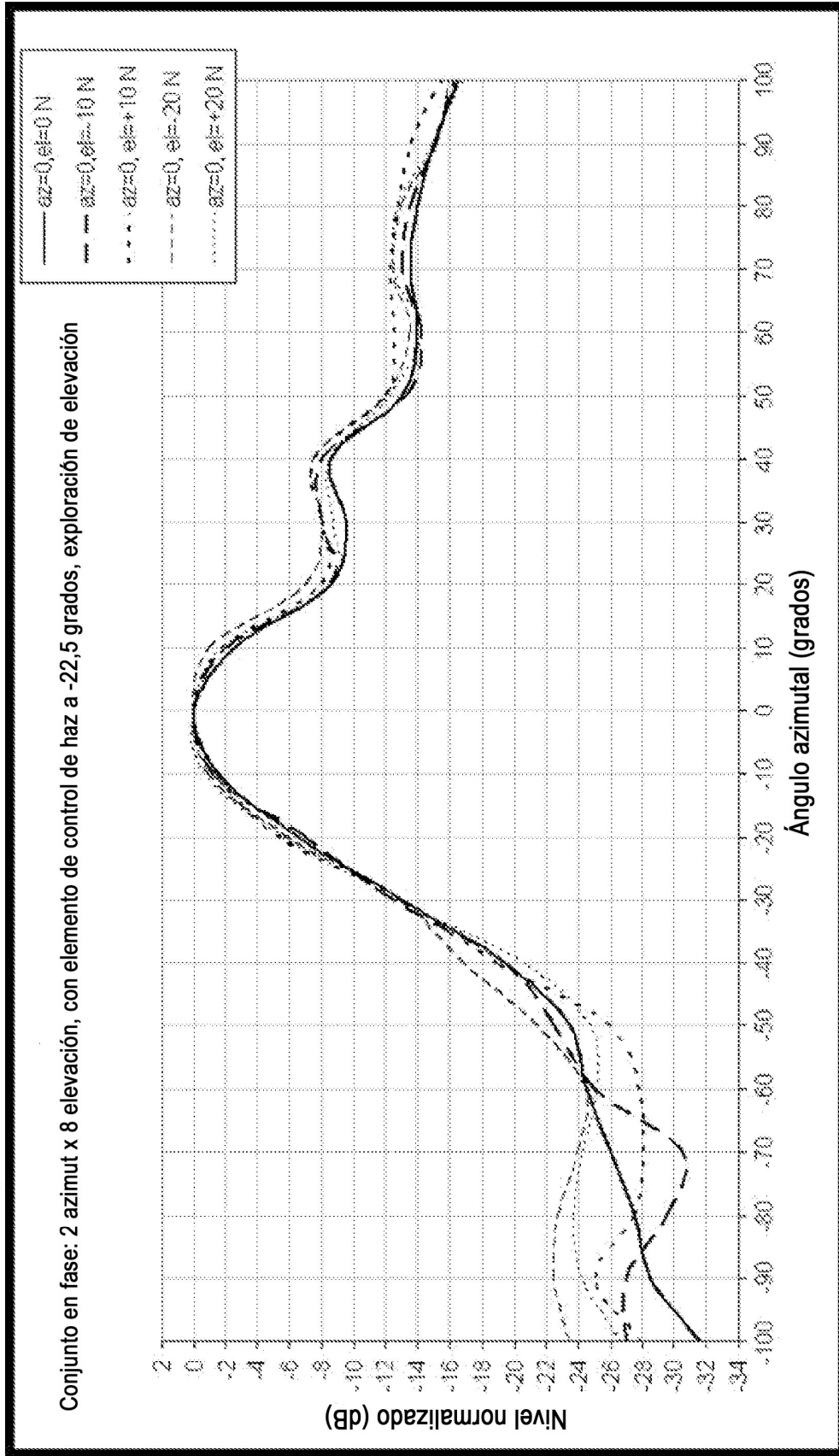


Fig. 8a: vista lateral

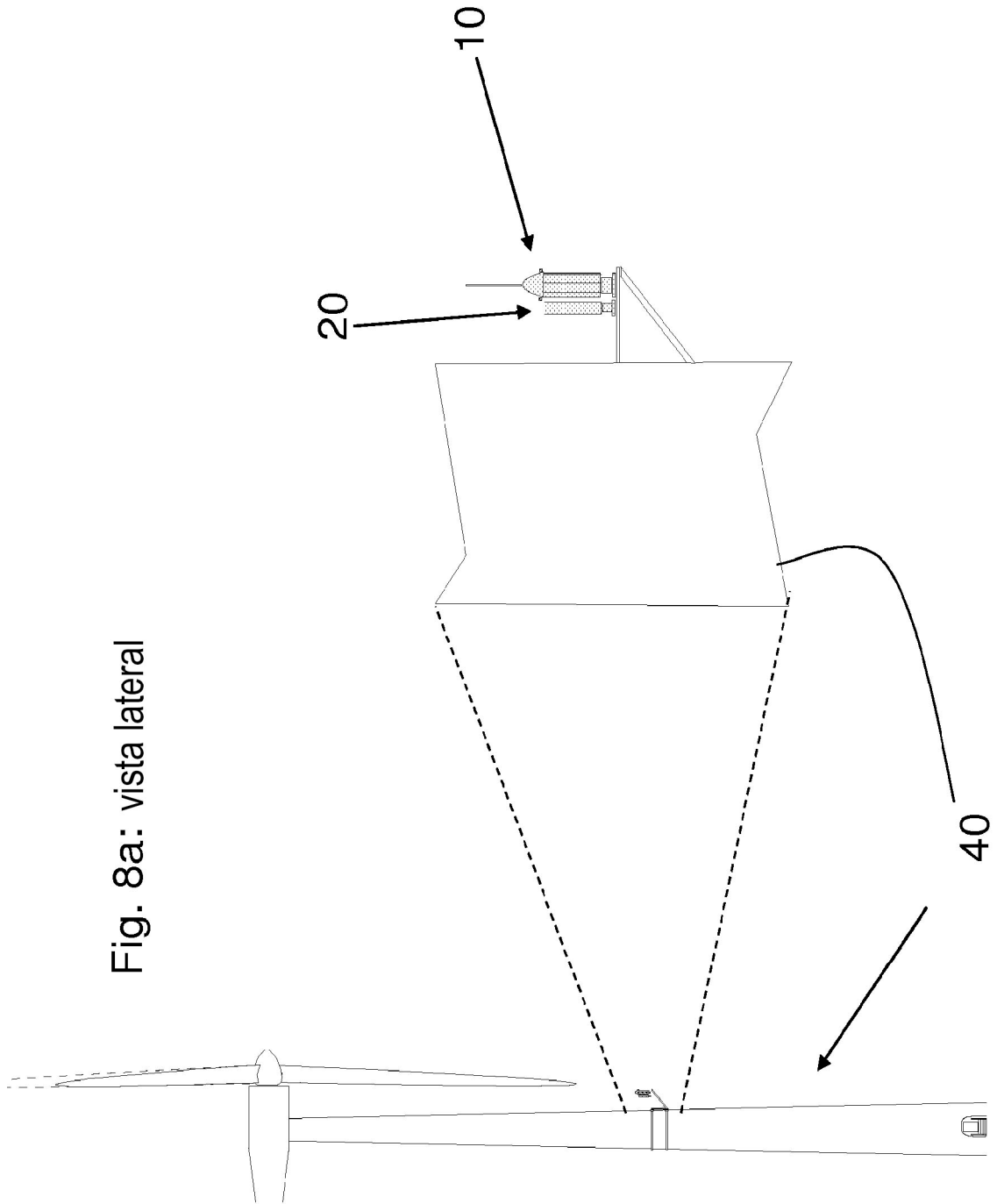


Fig. 8b: vista superior

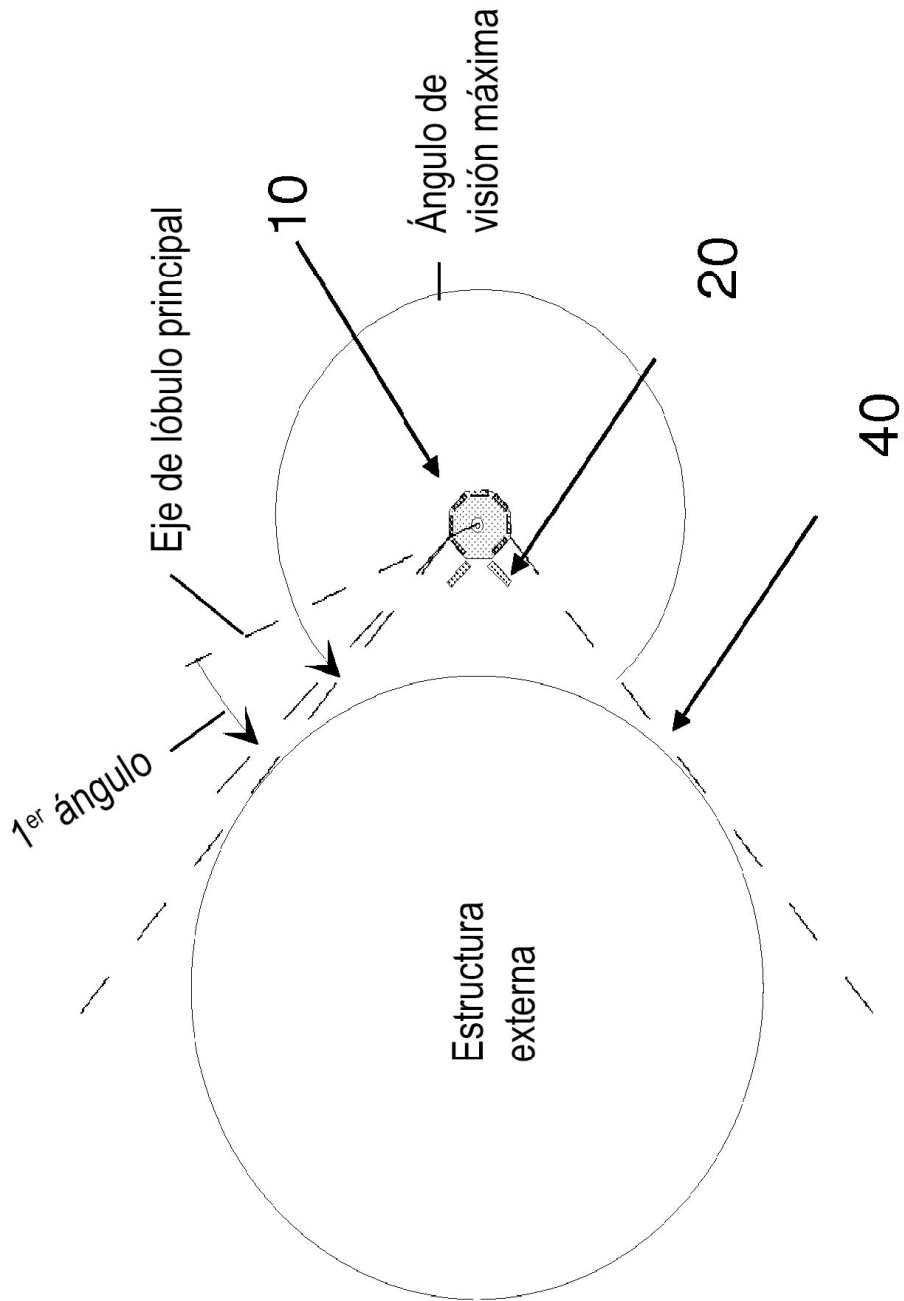
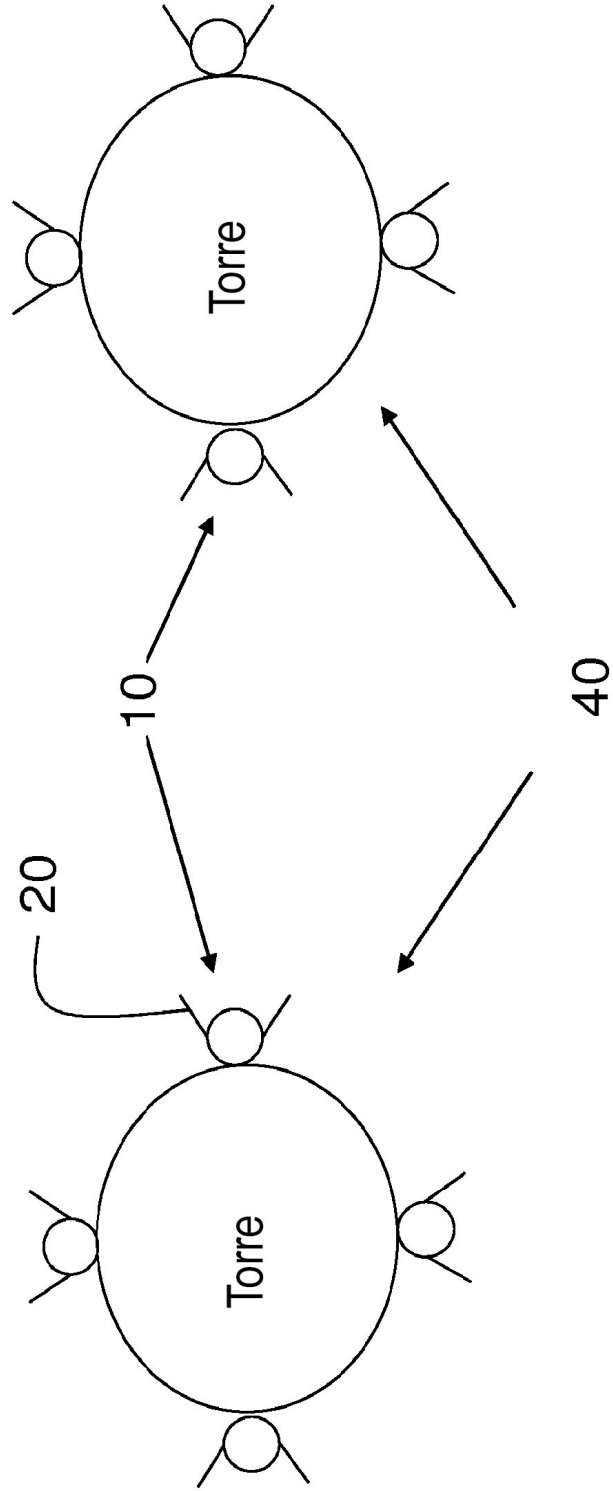


Fig. 9a – vista superior



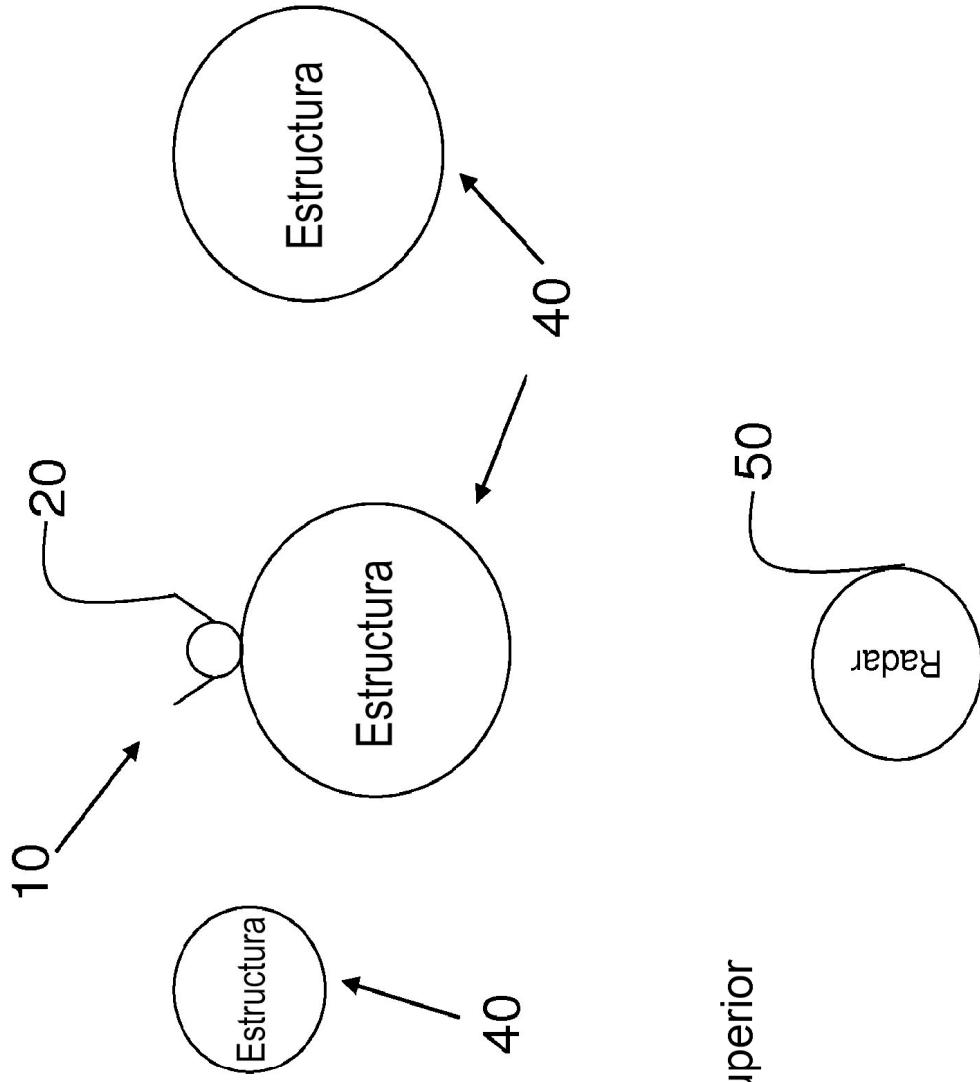


Fig. 9b – vista superior

Fig. 10 — vista superior

