

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 315**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/27 (2006.01)

H01Q 13/02 (2006.01)

H01Q 25/02 (2006.01)

G01S 13/76 (2006.01)

G01S 13/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.04.2009 E 09739553 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 2281324**

54 Título: **Sistema de antena de interrogador de pequeña apertura que emplea técnicas de discriminación de acimut de suma-diferencia**

30 Prioridad:

29.04.2008 US 48760

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

27.03.2013

73 Titular/es:

**RAYTHEON COMPANY (100.0%)
870 Winter Street
Waltham, MA 02451-1449, US**

72 Inventor/es:

**TAHMISIAN, THEODORE, N. y
HALL, CHARLES, A.**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 399 315 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

Sistema de antena de interrogador de pequeña apertura que emplea técnicas de discriminación de acimut de suma - diferencia

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a antenas de radio frecuencia (RF) y más particularmente a sistemas de antenas de red capaces de funcionar en el intervalo de frecuencias de ondas milimétricas (mmW).

10

Antecedentes de la invención

Como es conocido en la técnica, la identificación de combate (o CID) es el proceso de alcanzar una caracterización precisa de objetos dirigidos y detectados en un espacio de batalla. Dependiendo de la situación, tal caracterización se puede limitar a la identificación de un objeto con un identificador tal como "amigo", "enemigo" o "neutral". En otras situaciones, se puede requerir otras caracterizaciones, incluyendo, pero sin limitarse a estos, la clase, el tipo, la nacionalidad y se puede usar la configuración de la misión junto con identificadores apropiados.

15

Como también es sabido, tales procesos de identificación a veces se realizan a través de sistemas de identificación de combate en frecuencias de ondas milimétricas (mmW). Tales sistemas de identificación de combate típicamente usan un sistema de antena de interrogador que incluye una antena directiva compuesta de una red de elementos de antena. Tales sistemas de antena de interrogador son relativamente grandes y pesados y de este modo no son generalmente apropiados para su uso sobre armas relativamente ligeras tales como las que se pueden transportar por un soldado. Como resultado, estos sistemas de identificación de combate típicamente se despliegan sobre tanques y otras grandes plataformas de armas de vehículos, que pueden soportar este equipo más bien grande y pesado.

20

25

Los intentos de extender la tecnología de identificación de combate a armas más ligeras (por ejemplo más ligeras que los tanques y los vehículos monitorizados) se han centrado en reducir el tamaño y el peso de las grandes redes de antenas de interrogador. Un enfoque común para reducir el tamaño y el peso de la antena de interrogador ha sido reducir el número de elementos de la antena que configuran la red de antena directiva. Un problema con este enfoque es que al reducir el número de elementos de la antena en la red, se reducen en correspondencia las dimensiones de la apertura eléctrica de la antena de red en tamaño. Esto, a su vez, conduce a mayores ángulos de discriminación de acimut que no conducen a la focalización de un objeto específico.

30

35

Las restricciones de tamaño y peso sobre los sistemas interrogadores se han convertido incluso en más de un problema en aplicaciones de transporte aéreo. Además, para las aplicaciones de transporte aéreo, se necesitan atender restricciones adicionales de implementación tales como el sitio de montaje, el peso de la aeronave y el equilibrio, y otros problemas aerodinámicos relacionados. El tamaño y el peso se deben mantener pequeños de modo que no creen demasiada carga no deseada. En algunas aplicaciones, el sistema interrogador de transporte aéreo debe ajustarse dentro de un receptáculo externo de la aeronave de unas dimensiones determinadas con provisiones de espacio limitadas. También se espera que el alcance operativo de los sistemas de interrogador de transporte aéreo sea proporcionado con el que se consigue por los sistemas de ID de combate basados en tierra. Una red de antena convencional usada para aplicaciones de tierra es una red de fragmentos transversales continua multi-elementos, que tiene aproximadamente un área frontal de 17,78 cm por 11,25 cm o 200,02 centímetros cuadrados (cm²). Para las aplicaciones de transporte aéreo, se puede usar una apertura frontal que es significativamente más pequeña que la usada en las aplicaciones de tierra. Por lo tanto, para extender la identificación de combate a una multiplicidad de aplicaciones, se necesita una reducción en el tamaño y el peso de las implementaciones existentes en la técnica actual. Para aplicaciones de armas ligeras y de transporte aéreo, son deseables, sistemas de ID de combate de una pequeña apertura, directivos, de peso ligero y de un pequeño tamaño físico.

40

45

50

El documento EP 0 101 533 muestra una antena de radar mono-pulso consistente de cuatro antenas de bocina. El documento EP 0 651 462 muestra sistemas de antenas de haz en forma de lápiz. El documento US 2 530 694 muestra un dispositivo para guiar y aterrizar una aeronave por medio de ondas de radio del orden de decímetros.

55

Sumario de la invención

La invención se define en las reivindicaciones, a las que se hace ahora referencia. De acuerdo con los conceptos descritos en este documento, un sistema de antena de interrogador incluye una antena de bocina piramidal y dos conjuntos de antenas de bocina inclinadas, sectorizadas. Con esta disposición particular, se proporciona una red de antena relativamente pequeña y altamente directiva, apropiadas para su uso en la identificación de combate. Las antenas de bocina piramidales y sectorizadas están dispuestas en una arquitectura de antena de suma - diferencia. El patrón de suma se establece con la antena de bocina piramidal óptima mientras que el patrón de diferencia se establece con los dos conjuntos de bocinas sectorizadas e inclinadas. Los patrones de suma y diferencia se consiguen de este modo con solo tres antenas de bocina. Esto conduce a un sistema de antena de interrogador que

60

65

- tiene un tamaño y un peso que es significativamente reducido en comparación con los sistemas de antena de interrogador convencionales. Esta antena de interrogador de tamaño y peso reducidos también opera en las frecuencias de ondas milimétricas (mmW) en la banda de frecuencias Ka alrededor de 37 GigaHercios (GHz). Además, los ángulos de discriminación de acimut requeridos así como el funcionamiento del alcance utilizable de este sistema de antena de interrogador de tres bocinas se mantienen usando las antenas óptimas de bocinas óptimas y sectorizadas en una arquitectura de antena de suma - diferencia. En esta combinación de las antenas de bocina (también conocidos las bocinas como radiadores) se colocan en una forma específica para conseguir las características específicas de radiación de acimut de suma y diferencia por lo que la respuesta de suma es mayor que la respuesta de diferencia solo en la región angular del eje de apuntamiento. Los lóbulos de rejilla que causarán que el patrón de diferencia encaje dentro del patrón de suma en diversos otros ángulos de acimut se suprimen de tal modo que en ángulos distintos del eje de apuntamiento, el patrón de diferencia será siempre mayor que el patrón de suma. En una realización, la antena de bocina piramidal se puede proporcionar como una antena de bocina piramidal óptima.
- 15 El uso de las antenas de bocina en oposición a los elementos de antena lineales en una configuración de red da como resultado varios lóbulos de rejilla (deseados y no deseados) en los patrones de antena resultantes que se reducen cuando se comparan con el número de lóbulos de rejilla que resultarían del uso de redes de elementos de antena lineales. La inclinación de las bocinas sectorizadas usadas para la generación del patrón diferencia suprime además los lóbulos de rejilla que se forman en el patrón de diferencia. De este modo, el enfoque descrito en este documento niega la necesidad para el sistema de antena de interrogador de incluir una antena de guarda omnidireccional tal como las empleadas en las antenas de interrogador convencionales de mmW.
- 25 El enfoque descrito en este documento resuelve las incursiones de lóbulos de rejilla que son comunes con los interrogadores convencionales de redes de elementos lineales. Además para formar el patrón de radiación suma y diferencia sin incursiones, el enfoque descrito en este documento resuelve la respuesta deseada del eje de apuntamiento con dos patrones de radiación donde interrogadores convencionales de redes de elementos lineales deben usar tres patrones, (es decir, la suma, la diferencia y omnidireccional). Como el sistema de antena de interrogador de tres bocinas suprime altamente los lóbulos de rejilla, la necesidad de un patrón omnidireccional se hace discutible.
- 30 El sistema de antena de interrogador de tres bocinas descrito en este documento está previsto que tenga un tamaño y un peso que es reducido en comparación con el tamaño y el peso de los sistemas de antenas interrogadores de la técnica anterior mientras que al mismo tiempo tienen una discriminación de acimut y capacidad de alcance similares. De este modo la red de antena descrita en este documento proporciona un medio de identificación de amigo o desconocido servido por tripulación, vehículos de peso ligero y potencialmente soldados de infantería.
- 35 Los sistemas convencionales de antenas de ID de red tienen una alta directividad y ganancia; sin embargo la circuitería de formación de haz necesaria requerida por estos tipos de sistemas de antena de ID los hace ineficaces debido a las pérdidas de señal incurridas por las diferencias de tiempo de fase necesarias para los diversos elementos de radiación lineales de tales redes.
- 40 La red interrogadora de tres bocinas descrita en este documento, sin embargo, tiene una apertura física y eléctrica menor que las redes convencionales, pero la eficacia de la menor apertura hace que esta red de interrogador de tres bocinas funcione del mismo modo que los sistema de antena de ID convencionales más grandes y pesados. De este modo, las características eléctricas de funcionamiento de la red interrogadora de tres bocinas descrita en este documento son sustancialmente iguales que las características eléctricas de funcionamiento de los sistemas de antena de ID convencionales mientras que al mismo tiempo tienen un menor tamaño y peso que los sistemas de antena de ID convencionales.
- 45 La física de redes dicta que el espaciamiento de los elementos de antena se mantenga en ciertas dimensiones para suprimir los llamados "lóbulos de rejilla". Estos lóbulos aparecen en el patrón de radiación de la antena. Como la antena de interrogador de tres bocinas está compuesta de solo tres elementos de antena en oposición a la pluralidad de elementos de radiación individuales, tales lóbulos de rejilla se reducen significativamente.
- 50 Se usan dos antenas de bocina sectorizadas para producir el patrón diferencia. Inclinando estas bocinas hacia el interior acercándose entre sí, las ocurrencias de lóbulos de rejilla en el patrón diferencia resultante se suprimen significativamente y pragmáticamente se eliminan. De este modo, la supresión de lóbulos de rejilla es una característica principal ofrecida por este sistema interrogador de antena de tres bocinas.
- 55 Inclinando las bocinas de sector diferencia acercándolas entre sí, en cualquier ángulo distinto del ángulo del eje de apuntamiento, la radiación extendida desde cada una de las bocinas de sector será desigual. Incluso si la diferencia de fase de estas dos bocinas fuese de 180 grados (totalmente desfasados), habría una cancelación incompleta ya que los rayos resultantes serían desiguales en amplitud. Un rayo se restaría del otro, pero estaría aún presente una cantidad de radiación residual. Como la cancelación completa no puede ocurrir, no se puede crear un lóbulo de rejilla. En otras palabras, la inclinación de las bocinas sectorizadas simplemente impide una cancelación completa de los rayos angulares eliminando de este modo la creación de lóbulos de rejilla. Es la cancelación de rayos (en un
- 60
- 65

ángulo de acimut específico) lo que forma nulos profundos y los lóbulos de rejilla resultantes; este fenómeno es típico de los sistemas de antena de red lineales.

5 Además, la facilidad de fabricación de las antenas de tipo de bocina, en comparación con las técnicas de fabricación requeridas para los sistemas interrogadores de red anterior, proporciona ahorros de costes haciendo disponible la identificación de combate a más usuarios. La economía de escala ofrecida por la facilidad de fabricación del sistema de antena de interrogador de tres bocinas permite equipar con medios de identificación de combate servidos por las tripulaciones y fuerzas de infantería. El coste de proporcionar a estos usuarios con identificación de combate es significativamente inferior que el de los equipos usados (grandes redes) actualmente que solo se pueden aplicar a grandes plataformas vehiculares (por ejemplo, tanques).

10 El concepto de dispositivo de identificación de objetivos en el campo de batalla (BTID) incluye proporcionar una interrogación de haz estrecho que se puede "apuntar" a un objetivo potencial para "preguntar" por su identificación de amigo. Si el objetivo está equipado con un BTID, responde con una señal de contestación (por ejemplo usando una antena omnidireccional). Idealmente, el ancho de haz del interrogador es suficientemente pequeño de modo que evite objetos que no están específicamente apuntados, pero que están en estrecha proximidad, en el sentido del acimut, con el objetivo deseado. Si tales objetos no apuntados son amistosos, no se debería producir una respuesta desde los mismos. Un haz estrecho dirigido se consigue usando un sistema de antena direccional que hace uso de ambos patrones de suma y de diferencia a partir de un conjunto de elementos de antena que están dispuestos en una geometría de red prescrita. Los anchos de haz del haz estrecho son solo de unos pocos grados y se establece radiando un patrón de suma y un patrón de diferencia en un modo diverso en el tiempo. En una realización de ejemplo, se proporciona un sistema que tiene un ancho de haz en el intervalo de 1 a 5 grados con un ancho de banda preferido en el intervalo de 1 a 3 grados. Por supuesto, también se pueden usar otros anchos de haz. En general, el ancho de haz se selecciona de acuerdo con una diversidad de factores incluyendo pero sin limitarnos a la aplicación particular en la cual se está usando el sistema. En general es deseable tener un haz tan estrecho como sea posible siempre que el haz no se haga tan estrecho que se haga difícil apuntarlo al objetivo.

15 La discriminación de acimut del interrogador por lo tanto debe ser suficientemente estrecha para evitar que respondan los transpondedores no deseados. Además, el ancho de haz de discriminación de acimut no puede ser tan pequeño como para no iluminar totalmente (es decir "cubrir") el transpondedor deseado (vehículo) que se está apuntando. Para facilitar este objetivo, se puede usar la supresión del lóbulo lateral del interrogador (ISLS) entre las respuestas del transpondedor recibidas fuera del campo de visión del interrogador (FOV). Cuando la disposición de la antena se configura para radiar un patrón de suma, se establece una directividad básica por el patrón radiado de la suma. Cuando la disposición de antena se configura para radiar un patrón de diferencia, se observa que sale un nulo de la radiación en la dirección apuntada del eje de apuntamiento de la disposición. De este modo, el patrón de diferencia proporciona la conformación de haz de ISLS. Para proporcionar ISLS para desplazamientos de acimut fuera del eje de apuntamiento, se emplea el uso de un patrón de envolvente constante de una antena omnidireccional.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Las anteriores características de la presente invención, así como la propia invención se pueden entender más completamente a partir de la siguiente descripción de los dibujos, en los que:

- 45 la Fig. 1 es una vista isométrica desplegada del sistema de interrogador;
- las Fig. 2 - 2B son vistas isométricas de una antena de red;
- la Fig. 2C son vistas isométricas de una antena de red de la técnica anterior;
- 50 las Fig. 3 y 4 son vistas isométricas de un prototipo de una red de tres antenas de bocina;
- la Fig. 3A es una vista superior de las antenas de bocina de sector de la Fig. 3;
- 55 la Fig. 5 es una vista lateral de un elemento de las antenas de bocina de sector (el campo E está posicionado verticalmente, es decir, hacia debajo de la página);
- la Fig. 6 es una vista superior del mismo elemento de las antenas de bocina de sector (el campo E está también posicionado verticalmente hacia debajo de la página);
- 60 la Fig. 7 es una representación de las Aperturas frente a la Longitud Axial de Bocina;
- la Fig. 8 es una representación del ancho de Haz frente a la Longitud Axial de Bocina;
- 65 la Fig. 9 es una representación del Angulo de Emisión Plana del Campo E frente a la Longitud Axial de Bocina;

la Fig. 10 una representación del Angulo de Emisión Plana del Campo H frente a la Longitud Axial de Bocina;

las Fig. 11 - 11C son una serie de representaciones de patrones de acimut de suma y diferencia desde una antena piramidal óptima de 10λ y la estructura de antenas de bocina sectorizada;

5

las Fig. 12, 12A son patrones de tres dimensiones de la radiación de campo lejano de la antena;

las Fig. 13, 13A son patrones de tres dimensiones de la radiación de campo lejano de la antena; y

10 la Fig. 14 es una representación del patrón de radiación de la antena que ilustra cómo, los patrones de suma, diferencia y omnidireccional se multiplexan en el dominio del tiempo para establecer un criterio para la respuesta.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

15 Refiriéndonos ahora a la Fig. 1, un ID de Combate Servido por la Tripulación de un vehículo de peso ligero (CSCID) 10 incluye un chasis 12 que tiene un módulo electrónico de la interfaz de control miniaturizado (MCM) 14 acoplado al mismo. El MCM 14 dirige un transceptor 16, una red de emparejamiento de antena 21, 22, un montaje de antenas de bocina 20, y un polarizador / cubierta 24 para transmitir bien un patrón de suma dirigiendo la salida del transceptor a un puerto suma de la red de emparejamiento 21, 22 o un patrón de diferencia dirigiendo la salida del transceptor a un puerto diferencia de la red de emparejamiento 21, 22. En una realización particular, la salida del transceptor 16 se acopla a un puerto suma de la red de emparejamiento a través de una conexión directa entre el transceptor y la bocina de suma. Los patrones de suma y diferencia se secuencian con una duración de tiempo específica para cada uno que se controla por el MCM 14.

25 El transceptor 16 está acoplado al MCM 14 y el montaje de antenas de bocina 20 está acoplado para transmitir las señales a/desde el MCM 14 y las redes de emparejamiento de antena 21, 22 se acoplan al montaje de antenas de bocina 20. En la realización de ejemplo mostrada en la Fig. 1, las redes de emparejamiento de antena 21, 22 están acopladas para proporcionar energía de RF al montaje de antenas de bocina 20.

30 La cubierta frontal y el polarizador 24 están dispuestos sobre una apertura de radiación 20a del montaje de las antenas de bocina 20. Como será evidente a partir de la descripción proporcionada en ese documento más adelante en conjunción con la Fig. 2, se apreciará que la apertura 20a comprende tres aperturas separadas 26a (Fig. 2), 28a (Fig. 2), 30a (Fig. 2)..

35 Como se describirá con detalle más adelante, el montaje de antenas de bocina 20 comprende estructuras de antena de tres bocinas. Típicamente, cuando se colocan las dos antenas de bocina cara con cara alimentadas con 180° de fase, resulta un patrón de diferencia y se observa un nulo de bastante profundidad en la posición del eje de apuntamiento (tanto en los planos de acimut como de elevación). Para las bocinas piramidales, su dimensión de apertura más corta es de una longitud de varias longitudes de onda. Cuando se colocan tales antenas estrechamente próximas de modo que establecen un patrón diferencia, además de un profundo nulo en el eje de apuntamiento, se producirán otros profundos nulos a intervalos angulares espaciados regularmente. Este fenómeno se conoce como de rejilla. Para algunas aplicaciones (que incluyen la aplicación de antena de interrogación descrita anteriormente), tales "lóbulos de rejilla" son molestos. De forma similar, las estructuras de dos antenas de bocina espaciadas muy cerca y alimentadas en fase también exhibirán "lóbulos de rejilla"; sin embargo, su profundidad no será tan pronunciada en comparación con el patrón diferencia. Para minimizar la generación de lóbulos de rejilla para el patrón suma, se puede usar una única bocina.

50 En una realización, para el mayor campo de visión (FOV) desde la posición del eje de apuntamiento a los lados de la estructura de bocinas, solo se observa una pequeña rejilla en las regiones de $\pm 90^\circ$ del eje de apuntamiento.

Con respecto al patrón de diferencia, los "lóbulos de rejilla" se pueden reducir sustancialmente (o en algunos casos, incluso minimizar) mediante el uso de bocinas sectorizadas en lugar de las bocinas piramidales. De este modo, en una realización preferida, el patrón de diferencia se logra mediante el uso de dos antenas de bocina sectorizadas similares colocadas lado con lado. Estas bocinas también se inclinan acercándose entre sí de modo que crean amplitudes de radiación desiguales en cualquier ángulo de acimut específico distinto del de 0 grados del ángulo con el eje de apuntamiento.

60 Refiriéndonos ahora a las Fig. 2 - 2B en las cuales se proporcionan elementos similares que tienen designaciones de referencia similares, el montaje de antenas de bocina 20 (también mostrado en la Fig. 1) incluye una bocina piramidal óptima 26 que tiene una apertura 26a y un par de bocinas inclinadas de sectores 28, 30 que tienen aperturas 28a, 30a, respectivamente. En esta realización de ejemplo, el montaje de antenas de bocina 20 se proporciona de plástico (por ejemplo mediante una técnica de moldeado de inyección u otras técnicas) que se chapa para proporcionar superficies conductoras. Las antenas de bocina, se pueden fabricar, por supuesto usando cualquier técnica de fabricación conocida por los expertos en la materia.

65

En una realización para la operación a aproximadamente 37 GHz, el montaje de bocinas 20 tiene una longitud L de 9,65 centímetros, una anchura W de 6,35 centímetros y una altura H de 10,16 centímetros y de este modo tiene un volumen de 623 centímetros cúbicos (cm^3).

5 Refiriéndonos ahora a la Fig. 2C, una antena de interrogador de aproximadamente 37 GHz y fabricada de un metal conductor tiene un volumen de 3.831 centímetros cúbicos (cm^3). De este modo, como puede verse comparando la antena de interrogador 20 (Fig. 2A) y la antena de interrogador 32 (Fig. 2B), la antena de interrogador 20 ocupa menos volumen. También, la fabricación de la antena 20 de plástico y chapando a continuación o de otro modo haciendo que el plástico tenga una característica que refleje las ondas electromagnéticas, hace que la antena 20 sea más ligera que la antena 32.

15 Refiriéndonos ahora a las Fig. 3 y 3A, un montaje de antenas de bocina 40 que incluye una bocina de suma 42 dispuesta por encima de un par de bocinas de sector inclinadas 44, 46. Como se ilustra en la Fig. 3A, cada una de las bocinas 44, 46 tiene un eje longitudinal central 44a, 46a. Las bocinas 44, 46 están dispuestas de modo que el eje longitudinal central 44a, 46a de cada una de las bocinas 44, 46 se cruza en un ángulo α que está típicamente en el intervalo de aproximadamente diez grados. Idealmente, las bocinas 44, 46 están dispuestas de modo que el eje longitudinal central de cada bocina 44, 46 está en un ángulo típicamente en el intervalo de aproximadamente cinco grados con respecto a la línea central 48 que corre entre las dos bocinas 44, 46. El ángulo α , se selecciona para minimizar los lóbulos de rejilla de modo que ya no ocurren las incursiones entre los patrones de suma y diferencia y se protegen por 3 dB adicionales de margen. El ángulo α , debería ser el mínimo necesario para preservar la ganancia máxima de las antenas inclinadas sectorizadas de bocina de diferencia.

25 Para uso de un receptáculo de transporte aéreo, se consigue un pequeño tamaño de la abertura frontal con una antena de suma de un elemento único altamente direccional y dos bocinas de diferencia sectorizadas e inclinadas. Las antenas de bocina son prometedoras para aplicaciones de ID de combate de transporte aéreo ya que se pueden implementar patrones de radiación con polarización lineal o circular. Dependiendo del terreno se puede elegir el uso de una polarización en oposición a la otra (lineal o circular) para minimizar los efectos de las reflexiones terrestres y la dispersión multi-trayectoria no deseadas de la señal de interrogación.

30 En una realización, la antena 42 se proporciona como una bocina piramidal de ganancia óptima. Aunque se pueden usar otras configuraciones de bocinas, una configuración de ganancia óptima asegura una ganancia máxima para una implementación de tamaño mínimo. Esta antena proporciona un patrón de suma. Las dos bocinas sectorizadas verticales alimentadas con fases opuestas 44, 46 proporcionan un buen funcionamiento del patrón de haz diferencia. El tamaño de las bocinas de sectores se elige para que sea adecuado con el de la bocina de suma. Para una banda de la frecuencia Ka de la ID de combate a 37 GHz, el área frontal de tal disposición se elabora para que sea menor de 37,1 centímetros cuadrados. Tal disposición proporciona una amplia ganancia del patrón de suma en la región del eje de apuntamiento. Más allá de la región de cruce de la suma - diferencia de unos pocos grados, hasta aproximadamente ± 30 grados de la línea de apuntamiento, la ganancia del patrón diferencia es predominante. Desde ± 30 grados del eje de apuntamiento a ± 180 grados, el patrón diferencia permanece dominante, sin embargo, para impedir la ambigüedad en la detección de los niveles de la señal de suma y diferencia en esos ángulos de acimut, el uso de la antena de guarda omnidireccional puede asistir adicionalmente en la provisión de baja probabilidad de respuestas. En algunas realizaciones, en virtud de la eliminación del fenómeno de rejilla, no es necesario emplear la técnica de la antena de guarda omnidireccional.

45 Un puerto 42a de la bocina 42 está acoplado a un puerto llamado de suma (Σ) de un transceptor (no mostrado). Los puertos 44a, 46a de las bocinas de diferencia 44, 46 están acoplados a los puertos respectivos de diferencia (Δ) del transceptor (no mostrados) a través de una unión híbrida 50.

50 Un primer puerto de la unión híbrida 50a corresponde al puerto de diferencia del transceptor, un segundo puerto de la unión híbrida 51a está acoplado a un puerto de entrada de la antena 46 y un tercer puerto de unión híbrida 51b está acoplado a un puerto de entrada de la antena 44. Un cuarto puerto de unión híbrida se termina. La unión híbrida 50 proporciona un desplazamiento de fase de 180 grados entre las dos bocinas inclinadas de sectores 44 y 46.

55 La unión híbrida 50 opera de modo que una señal alimentada al puerto de diferencia de la unión híbrida se acopla a cada uno de los puertos de unión híbrida segundo y tercero 51a, 51b con una magnitud sustancialmente igual pero desfasadas sustancialmente 180 grados.

60 En una realización particular, la unión híbrida 50 está provista con una guía de ondas T - mágica. En particular, los puertos de antena 44a, 46a se acoplan a los brazos de noventa (90) grados del plano E 51a, 51b de la T - mágica. El puerto de 180 grados 50a está acoplado al puerto diferencia (Δ) del transceptor mientras que el puerto suma 50b de la T - mágica se termina (preferiblemente en una impedancia igualada).

Los expertos en la materia apreciarán, por supuesto, que existen formas de uniones híbridas distintas de la T - mágica y que se pueden usar para realizar las funciones eléctricas necesarias para la unión híbrida 50.

65

Refiriéndonos ahora a la Fig. 4 en la cual se proporcionan los mismos elementos de la Fig. 3 que tienen las mismas designaciones de referencia, la bocina de suma 42 está directamente conectada al puerto de suma (Σ) de un transceptor (no mostrado en la Fig. 4). El puerto de suma 60a de la T - mágica 60 está terminado en una impedancia de igualación 63. Las bocinas de sectores inclinadas 44, 46 están acopladas a los brazos respectivos del plano E 61a, 61b de la T - mágica 60. En respuesta a la señal proporcionada al puerto de diferencia de la T - mágica 60b, la T - mágica proporciona dos señales desplazadas 180 grados en los puertos 61a y 61b.

La antena óptima de bocina piramidal usada para la generación del patrón suma se proporciona como la llamada "bocina de 10λ ". La longitud axial de la bocina (es decir, la longitud de la bocina a lo largo de un eje longitudinal central de la bocina) es de una longitud de diez (10) longitudes de onda y a 37 GHz es igual a 81,1 milímetros (mm). La apertura física como se muestra proporciona una ganancia de campo lejano óptima. La emisión de la bocina se conoce por lo tanto como óptima. Aunque se pueden usar otras longitudes, la geometría de la configuración de la bocina se debe mantener para mantener la distorsión de fase encontrada en la apertura de la bocina en el mínimo. (El frente de onda en la apertura de la bocina es físicamente esférico. Una forma de onda teórica plana es la que se busca idealmente). Para una distorsión de fase tolerable específica (diferencial de esférico a plano), existe una ganancia óptima. Cualquier divergencia de la geometría óptima impactará en esta distorsión de fase y también en la ganancia.

Las bocinas sectorizadas están dispuestas de modo que su ancho combinado es la dimensión mínima. El número de longitudes de onda a través del ancho de las dos bocinas se debe mantener bajo. Esto además, suprime la rejilla. Estas antenas de bocinas sectorizadas son también de 10λ de longitud y están optimizadas para la ganancia de campo lejano. Esta disposición de antena proporciona una ganancia del patrón de suma de 24 dBi y una ganancia máxima de lóbulo máximo del patrón delta de 19,0 dBi. Para los primeros 30 grados del desplazamiento de acimut del eje de apuntamiento, existe solo un conjunto de cruces de suma - delta. Para la región del eje de apuntamiento, el patrón de suma es dominante y más allá del punto de cruce a ± 30 grados del eje de apuntamiento, el patrón delta es dominante. Los patrones de la estructura de antena se presentan en las secciones detalladas de este documento.

Con tal estructura de antena, acoplada con el módulo transceptor usado para la aplicación de ID de Combate de tierra (CID), se consiguen alcances de inclinación de interrogación de hasta 6 Km con un margen de enlace positivo.

Se dirigió un estudio a redes lineales, antenas reflectoras, sistemas reflectores de ángulo y parabólicos, así como antenas de bocina. Considerando el tamaño frente a la directividad y la ganancia para las frecuencias de interés (36,7 a 37 GHz), las antenas de bocina ofrecen el mejor compromiso de funcionamiento de las antenas consideradas. Aunque las redes lineales y las antenas de tipo reflectoras obtienen un mayor rendimiento de ganancia, este rendimiento resulta en estructuras algo grandes en comparación con las de las antenas de bocina. Para ganancias en el margen de 15 a 25 dBi, las antenas de bocina tienen una ventaja de tamaño sobre las otras candidatas. Para ganancias por encima de estas cifras, el volumen de las antenas de bocina crece al cubo (exponencial de tercer orden) y en comparación con los reflectores parabólicos, se convierten en la mayor estructura.

Las dimensiones de las antenas de bocina consideradas se conocen comúnmente como "óptimas". Para conseguir una ganancia máxima, se debe mantener un cierto ángulo de emisión de la bocina para una apertura física específica. Para las consideraciones del diseño del sistema de antena, se usan unas herramientas de modelado del campo electromagnético tales como FEKO™, HFSS™ y CST Microwave Suite™. Tales herramientas de modelado se pueden usar para determinar y caracterizar el funcionamiento del sistema de antenas descrito en este documento.

Aunque algunas de estas herramientas de modelado proporcionan información tanto del patrón de radiación de campo lejano como del campo próximo así como las caracterizaciones de VSWR previstas, no proporcionan fácilmente optimizaciones. De este modo, el funcionamiento óptimo de las bocinas, es decir la estructura más pequeña conseguible para una cierta directividad y ganancia, se puede determinar separadamente. Por ejemplo, la directividad y la ganancia se pueden lograr usando las técnicas presentadas en el Libro de Ingeniería de Antenas, compilado por Henry Jasik y en el texto, Antenas de Jhon D. Kraus. Para la antena de bocina piramidal, que usa las relaciones matemáticas y las derivaciones dadas en estas referencias, se construyó una hoja de cálculo Excel™₃ para desarrollar las curvas de diseño. A partir de esta información construida, se pueden determinar, examinar y comparar estructuras de antenas dimensionadas óptimamente. Tales curvas de diseño se presentan más adelante junto con las Fig. 7 y 8. La apertura óptima, el ancho de haz, los ángulos de emisión del campo E y el campo H se presentan como una función de la longitud de la bocina de la antena. Todas las dimensiones se expresan en términos de longitudes de onda, λ .

Refiriéndonos ahora a las Fig. 5 y 6, se muestra el dimensionamiento de una antena de bocina. La Fig. 5 es una vista lateral de un elemento de antena de bocina (el campo E está posicionado verticalmente, es decir dirigido hacia debajo de la página) y la Fig. 6 es una vista superior del elemento de la antena de bocina (el campo E también está posicionado verticalmente hacia debajo de la página).

ES 2 399 315 T3

Las Fig. 7 y 10 muestran las dimensiones óptimas para las estructuras de antenas de bocina. Junto con los gráficos se muestran las expresiones de las curvas características correspondientes. Obsérvese que todos los parámetros son una función de la longitud axial de las antenas de bocina y todas las dimensiones se expresan en términos de la longitud de onda, λ .

5

La ganancia de estas antenas es directamente proporcional a su apertura física que es:

$$G_a = (4 \pi a_e a_h) / \lambda^2$$

10 en la que:

G_a es la ganancia teórica ideal de la antena;

a_e es la apertura lineal del plano E (longitud);

a_h es la apertura lineal del plano H (longitud);

15 λ es la longitud de onda

Se observará que los valores a_e , a_h , y λ se expresan todos en las mismas unidades. La apertura eléctrica eficaz de las antenas de bocina es del orden del 60% y por lo tanto, la ganancia pragmática o realizable es típicamente del orden del 60% de G_a .

20

La tabla 1 a continuación muestra la ganancia de las antenas de bocina óptimas como una función de su longitud axial.

Tabla 1, Parámetros de las Antenas de bocina (Parámetros frente a Longitud axial de la bocina)

25

Frecuencia	Longitud de onda	Longitud axial - Longitudes de onda	Altura - Longitudes de onda	Ancho - Longitudes de onda	Ancho de Haz Potencia Mitad (Longitudes de onda)	Ancho de Haz Potencia Mitad (longitudes de onda)	Longitud axial (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Apertura física (mm ²)	Ninguna pérdida de ganancia	Ganancia con Pérdidas Efectivas de apertura	Angulo plano e (grados)	Angulo plano h (grados)	Ancho de Haz E 3dB (grados)	Ancho de Haz H 3dB (grados)
f (GHz)	λ (mm)	L (λ)	ae (λ)	ah (λ)	hpbwe	hpbwh	L (mm)	ae (mm)	ah (mm)	ap (mm ²)	Gan. Ideal (dBi)	Gan. Efec. (dBi)	θ_e	θ_h	E-BW	H-BW
37.00	8,1081	10	4,51	5,84	11,34	12,98	81,08	36,55	47,33	1730,20	25,19	22,98	25,41	32,54	11,34	12,98
37.00	8,1081	20	6,00	8,13	8,68	10,09	162,16	48,68	65,96	3211,04	27,88	25,66	17,07	22,99	8,68	10,09
37.00	8,1081	30	7,10	9,88	7,42	8,70	243,24	57,57	80,08	4610,37	29,45	27,23	13,50	18,70	7,42	8,70
37.00	8,1081	40	8,00	11,34	6,65	7,84	324,32	64,84	91,91	5959,28	30,57	28,35	11,42	16,13	6,65	7,84
37.00	8,1081	50	8,77	12,61	6,10	7,23	405,41	71,10	102,27	7271,89	31,43	29,21	10,02	14,38	6,10	7,23

Se debería observar que para una antena que tiene una longitud axial L igual a 10λ (es decir, 81,1 mm - primera fila en la tabla 1), las ganancias ideal y pragmática son 25,19 y 22,89 dBi respectivamente. Si la longitud de la bocina se aumenta a 20λ , o 162,2 mm la ganancia solo aumenta de 2 a 2,5 dB. El tamaño respecto a la ganancia aumenta rápidamente y por esta razón se eligió la bocina de 10λ para la aplicación del interrogador de transporte aéreo. En algunas aplicaciones, dadas las restricciones de tamaño puede resultar en la toma de decisión, que la prima en el tamaño de la antena para solo unos pocos dB más de ganancia no está justificado. Sin embargo, esta negociación y la decisión pueden variar de aplicación en aplicación dependiendo de los factores de cada una de las aplicaciones particulares. Lo que también es notable, es que las antenas de bocina se pueden escalar para proporcionar, dentro de unos límites físicos, ganancias y directividades específicas para variadas aplicaciones.

30

35

Las bocinas sectorizadas óptimas se diseñan de un modo similar a una bocina piramidal donde bien a_h o a_e se mantienen en la misma dimensión que el ancho de la guía de ondas de alimentación. La emisión sectorizada óptima es la misma que la correspondiente y respectiva a_h o a_e de una bocina piramidal. El ancho de la alimentación de la guía de ondas WR-28 se mantiene como el ancho de bocina sectorizada. Tales dos bocinas se alimentan con señales desfasados ciento ochenta (180) grados para producir el patrón de diferencia.

40

Refiriéndonos ahora a las Fig. 11 - 11C, se muestran los patrones de antena de acimut de suma y diferencia producidos por una antena que tiene una estructura igual o similar que las estructuras de antenas mostradas en las Fig. 2 - 4. Los patrones de acimut de suma y diferencia mostrados en la fig. 11 son de una estructura de antenas de bocina piramidal y sectorizada óptimas de 10λ . La región 70 denota una incursión del patrón delta dentro del patrón sigma. Idealmente, el patrón delta debería ser menor que el patrón sigma solo en el eje de apuntamiento. Las Fig.

45

11A - 11C ilustran un patrón delta que es menor que el patrón sigma solo dentro de la región que está aproximadamente a $\pm 7,5\%$ del eje de apuntamiento. Fuera de este intervalo angular, el patrón delta es mayor que el patrón sigma.

5 Para obtener estos patrones de campo lejano, la herramienta de modelado FEKO™ aplica un algoritmo de malla para todas las superficies conductoras. Cuando más fina es la malla, más puntos de datos se producen por barrido de acimut. La licencia concedida por el vendedor de la herramienta está prevista para un tamaño de fichero de solo 1GB y esto impone restricciones a la granularidad de la malla. Por esta razón, la profundidad del nulo en el eje de apuntamiento está limitada por el número de puntos de datos que se podrían aplicar. Se muestra que es un nulo de aproximadamente 10 dB donde en realidad se espera que sea mayor del orden de 22 a 25 dB. Las representaciones de los patrones no simétricas son el resultado del mecanismo de alimentación usado para aplicar la energía de RF a las antenas de bocina. Un fragmento de un cuarto de onda, colocado a un cuarto de onda desde la parte corta posterior de una guía de ondas WR - 28 sirvió como el lanzamiento de RF. La alimentación de la guía de ondas se eligió para que fuese de 2λ de longitud antes del comienzo de la emisión de la bocina. Este método de inyección de RF produjo aproximadamente un VSWR de 1,45:1. La optimización del método de alimentación se cree que se logra del mejor modo por el método de prueba y error. La no simetría de la alimentación produce la no simetría de los patrones.

20 Los patrones mostrados anteriormente son muy favorables para la aplicación del transporte aéreo. Para los primeros $\pm 60^\circ$ del eje de apuntamiento, el patrón delta permanece predominante fuera del área de cruce donde el patrón de suma es el mayor. Es a $+ 60^\circ$ y $+ 120^\circ$ donde el patrón delta, falla, o cae muy cerca al mismo nivel que el patrón de suma. Si no se puede resolver el problema de la falta de simetría por un método de alimentación más óptimo, entonces es probable que pueda resolver las áreas de respuestas del patrón casi iguales. Si no es así, entonces se puede usar una antena de guarda omnidireccional como se refleja en la Figura 13.

25 Refiriéndonos ahora a las Fig. 12 y 12A, se muestran los campos lejanos de tres dimensiones del patrón de suma de la antena.

30 Refiriéndonos ahora a las Fig. 13 y 13A, se muestran los campos lejanos de tres dimensiones del patrón de diferencia de la antena.

35 Refiriéndonos ahora a las Fig.14, se multiplexan en el dominio del tiempo un patrón de suma 100, un patrón de diferencia 102 y un patrón omnidireccional 104 para establecer el criterio para la respuesta. Esta secuencia de datos se transmite como una interrogación por un interrogador dispuesto sobre un vehículo 106. Una vez recibida por un transpondedor, se efectúan las mediciones de potencia de la señal recibida y dependiendo de las intensidades de señal relativas de las señales Σ , Δ , y Ω , el transpondedor también responde al interrogador porque determino que en efecto se estaba apuntando. Los transpondedores se pueden montar sobre cualquiera o todos los vehículos 108 - 114. En este caso solo el transpondedor sobre el vehículo 108 responde al interrogador y los respondedores sobre los vehículos 110 - 114 no contestan.

40 Como se ha mencionado anteriormente, el dispositivo de identificación de objetivos del campo de batalla (BTID) proporciona una interrogación del haz estrecho que se puede "apuntar" a un objetivo potencial para "preguntar" por la identificación de amigo. Si el objetivo está equipado con el BTID, responde con una señal de contestación (por ejemplo usando una antena omnidireccional). Idealmente el ancho de haz del interrogador necesita ser lo suficientemente pequeño como para evitar objetos que no están específicamente apuntados, pero que están en estrecha proximidad, en el sentido de acimut, con el objetivo deseado. Si tales objetos no apuntados son amigos, no se producirá una respuesta desde los mismos. Se consigue un haz estrecho dirigido usando un sistema de antena direccional que hace uso de ambos patrones de suma y de diferencia de un conjunto de elementos de antena y se disponen en una red prescrita. Los anchos de haz del haz estrecho están en el intervalo de solo unos pocos grados y se establecen radiando unos patrones de suma y de diferencia en un modo diverso en el tiempo. En general, es deseable tener un haz tan estrecho como sea posible siempre que el haz no se haga tan estrecho que no se cubra el objetivo.

55 La discriminación de acimut del interrogador debe por lo tanto ser lo suficientemente estrecha para evitar que contesten los transpondedores no pretendidos. Además, el ancho de haz de discriminación de acimut no debe ser tan pequeño como para que no ilumine completamente (es decir, "cubra") el transpondedor deseado (vehículo) que se está apuntando. Para facilitar este objetivo, se puede usar la supresión del lóbulo lateral del interrogador (ISLS) entre las contestaciones del transpondedor recibidas fuera del campo de visión (FOV) del interrogador. Cuando la red de antena se configura para radiar un patrón suma, se establece una directividad básica por el patrón de suma radiado. Cuando la red de antena se configura para radiar un patrón diferencia, se observa que existe un nulo de radiación en el eje de apuntamiento de la red en la dirección objetivo. De este modo, el patrón de diferencia, proporciona la conformación del haz de ISLS. Para proporcionar ISLS para desplazamientos de acimut fuera del eje de apuntamiento, se emplea un patrón de envolvente constante de una antena omnidireccional.

65 Las tablas 2 y 3 inferiores presentan un análisis del margen de enlace para el enlace IAS a TAS de aire a tierra y para el enlace de respuesta TAS a IAS desde el transpondedor sobre tierra de vuelta al interrogador

aerotransportado. Estas estimaciones son para condiciones de un día claro. Debido a la directividad inherente del sistema de antena de IAS, las pérdidas de multi-trayectorias se suprimirán en gran medida en comparación con los sistemas de interrogación terrestres donde se pueden encontrar pérdidas de hasta 4,5 dB.

5

Tabla 2. Análisis del Margen del Enlace Aire/Tierra IAS a TAS

Análisis del Margen del Enlace de IAS a TAS				
Sistema de Antena de Interrogador de tres Bocinas para TAS Omnidireccional				
Frecuencia	37.00	GHz		Claro (Espec.)
Parámetros			Unidades	Valor
Potencia de Salida / Tx	RTN	LAS	dBm	2200
Pérdidas de la Interfaz de la guía de onda			dB	-1 00
Ganancia de la Antena del Interrogador			dBi	23 50
Pérdidas de Apuntamiento del Interrogador			dB	-1 00
Pérdidas de polarización			dB	-0 46
CIRP	RTN	IAS	dBm	43,04
Alcance			km	5,50
Pérdidas de Trayectoria de Espacio Libre			dB	-138,62
Pérdidas de Desvanecimiento Multi-trayectoria			dB	0,00
Calculo de Atenuación de Lluvia:				
K (@ centro de frec. circular)				0 30
Alfa (@ centro de frec. circular)				0 95
Factor de reducción de la longitud trayectoria				0 78
Tasa de Ram			mm/hora	0 00
Atenuación de Ram			dB/Km	0 00
Atenuación de Lluvia:			dB	0,00
Calculo de la Atenuación Atmosférica:				
Humedad Relativa			%	50
Temperatura Aire			Grados C	25 00
Concentración de Vapor de Agua			g/m3	11 51
Atenuación Oxígeno			dB/Km	0 03
Atenuación Agua			dB/Km	0 13
Atenuación Atmosférica			dB/Km	0 16
Atenuación Atmosférica:			dB	-0,88
Cálculo de Atenuación de Radiación por Niebla:				
Coeficiente de Atenuación Específica. por Niebla				0 00
Contenido de Agua Líquida de Nubes			g/m3	0 00
Atenuación de Nubes			dB/Km	0 00
Atenuación de Radiación por Niebla			dB	0,00
Atenuación Total Atmosférica., Lluvia, Niebla			dB	-0,88
Ganancia Antena Transpondedor	RTN	TAS	dBi	0 00
Longitud Cable R			m	0 00
Interfaz Mast. Guía de Onda Rx			dB	-1 50
Pérdidas Conector Rx			dB	0 00
Potencia C Señal Recibida			dBm	-97,96
Temperatura Ruido Atmósfera			Grados K	298 00
Ruido de Interferencia			Grados K	0 00
Ruido del Receptor		6,50	dB1=>	Grados K 1033 12
Temperatura Total del Sistema			Grados K	1331
Densidad de Ruido No			dBm / Hz	-167 36
C/No Recibido			dB-H/	69.40
Pérdidas Espurias Sintetizador			dB	-0 10
Calculo de Atenuación Radiación por Niebla:				
Pérdidas de Ruido de Fase			dB	-0 70
Pérdidas de Implementación de Módem			dB	- 2 50
Pérdidas Doppler			dB	-1 00

Análisis del Margen del Enlace de IAS a TAS					
Pérdidas de Implementación Totales				dB	-4,30
C/No Red				db-Hz	65,10
	Tasa de datos			kbps	156 25
Eb/No Recibido				dB	13 16
Eb/No Requerido				dB	6 80
Margen sin asignar				dB	6,36

Tabla 3 - Análisis de Margen del Enlace Tierra/Aire TAS a IAS

Análisis del Enlace Tierra/Aire TAS - IAS				
Frecuencia	37.00	GHz		Claro (Espec.)
Parámetros			Unidades	Valor
Potencia de Salida de Tx	RTN	TAS	dBm	27,50
Pérdidas de la Interfaz de la guía de onda			dB	- 1,50
Ganancia de la Antena del Transpondedor			dB	- 1,00
Pérdidas de Apuntamiento de la antena			dB	0,00
EIRP	RTN	TAS	dBm	24,54
Alcance			Km	5,50
Pérdidas de la Trayectoria en Espacio Libre			dB	- 138,62
Pérdidas de Polarización			dB	- 0,46
Calculo de la Atenuación Atmosférica:				
Humedad Relativa			%	50,00
Temperatura Aire			Grados C	25,00
Concentración de Vapor de Agua			g/m ³	11,51
Atenuación Oxígeno			dB/Km	0,03
Atenuación Agua			dB/Km	0,13
Atenuación Atmosférica			dB/km	0,16
Pérdida Atmosférica			dB	- 0,88
Ganancia Antena Interrogador	RTN	IAS	dB	18,50
Pérdidas de Apuntamiento de Antena			dB	- 1,00
Calculo de la Atenuación Atmosférica:				
Interfaz Mast. Guía de Onda Rx			dB	- 1,00
Pérdidas Conector Rx			dB	0,00
Potencia C de Señal Recibida			dBm	- 97,48
Temperatura de Ruido Atmosférico			Grados K	298,00
Ruido de Interferencia			Grados K	0,00
Ruido del Receptor	6,50	dB	Grados K	1033,12
Temperatura Total del Sistema			Grados K	1.331
Densidad de Ruido No			dBm/Hz	- 167,36
C/No Recibido			dB/Hz	69,90
Pérdidas Espurias Sintetizador			dB	- 0,10
Pérdidas Ruido de Fase			dB	- 0,70
Pérdidas de Implementación de Módem			dB	- 2,50
Pérdidas Doppler			dB	- 1,00
Pérdidas Totales Implementación			dB	-4,30
C/No Red			dB - Hz	65,60
Tasa de datos			Kbps	156,25
Eb/No Recibido			dB	13,66
Eb/No Requerido			dB	6,80
Margen sin Asignar			dB	6,86

5 Habiendo descrito las realizaciones preferidas de la invención será ahora evidente para los expertos en la materia que pueden usarse en la técnica otras realizaciones que incorporan estos conceptos. Por consiguiente, se afirma que la invención no se debería limitar a las realizaciones descritas sino que más bien se debería limitar por el alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de tres antenas de bocina que comprende:

- 5 una primera antena de bocina (42);
una segunda antena de bocina de sectores(46) que se extiende desde un extremo de puerto a una apertura y a lo largo de un eje longitudinal (46a), dispuesto de modo que el plano E de la segunda antena está en el mismo plano que el plano E de la primera antena y de modo que la apertura física de la primera antena y la apertura física de la segunda antena están en un plano común; y
10 una tercera antena de bocina de sectores (44) que se extiende desde un extremo de puerto a una apertura y a lo largo de un eje longitudinal (44a), dispuesto de modo que el plano E de la tercera antena está sustancialmente en el mismo plano que el plano E de la primera antena y de modo que la apertura física de dicha tercera antena está en el plano común de la primera y segunda antenas y en el que la segunda y tercera antenas están inclinadas acercándose entre sí a lo largo de la longitud de sus ejes longitudinales desde los
15 extremos de puertos a los extremos de la apertura.

2. El sistema de la reivindicación 1 en el que dicha primera antena de bocina (42) está provista de una forma piramidal óptima.

- 20 3. Un sistema de antena de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** la primera antena de bocina (42) se usa para generar un patrón de radiación de suma y la segunda y tercera antenas de bocina de sectores (46, 44) se usan para generar un patrón de radiación de diferencia, teniendo la primera, segunda y tercera antenas de bocina (42, 44, 46) una longitud axial igual a 10λ de modo que el patrón de suma es mayor en la intensidad de señal que el patrón diferencia solo en el ángulo de acimut del eje de apuntamiento de 0 grados \pm una tolerancia angular definida y limitada.
25

4. El sistema de la reivindicación 1 que comprende además una unión híbrida (50) que tiene un primer puerto (50a) correspondiente al puerto de diferencia, un segundo puerto (51a) acoplado a un puerto de salida de dicha segunda antena (46) y un tercer puerto (51b) acoplado a un puerto de salida de dicha tercera antena (44) en donde la señal alimentada al puerto de diferencia de la unión híbrida (50a) se acopla a cada uno de los puertos de unión híbrida
30 segundo y tercero (51a, 51b) con una magnitud sustancialmente igual pero sustancialmente desfasadas 180°.

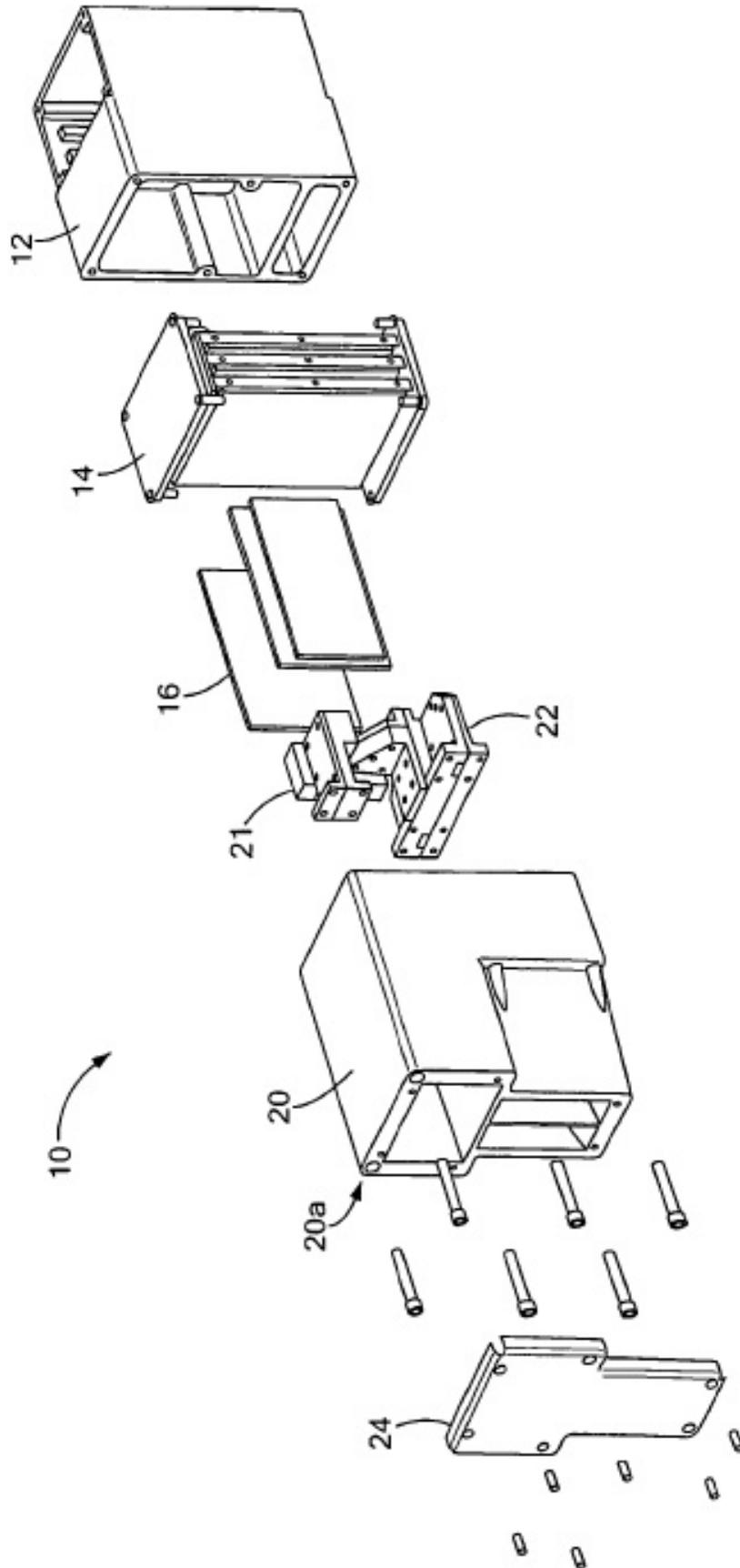


FIG. 1

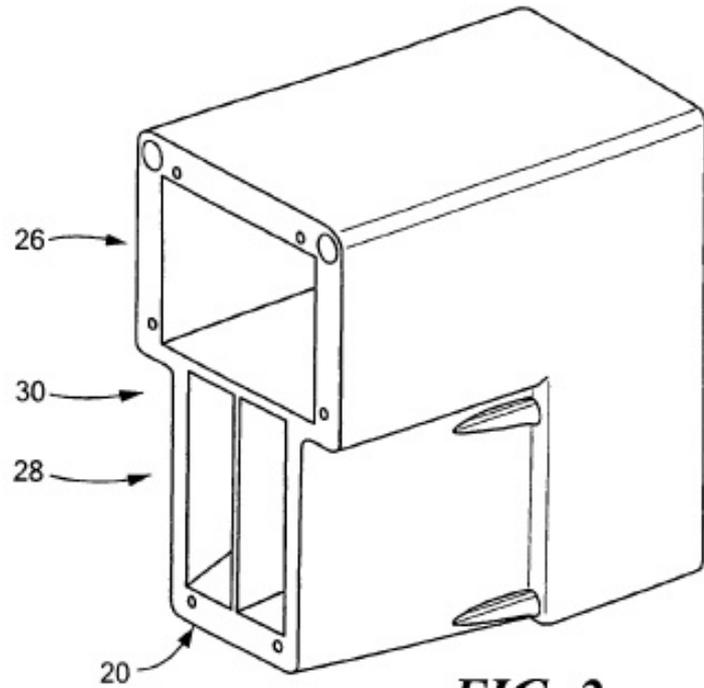


FIG. 2

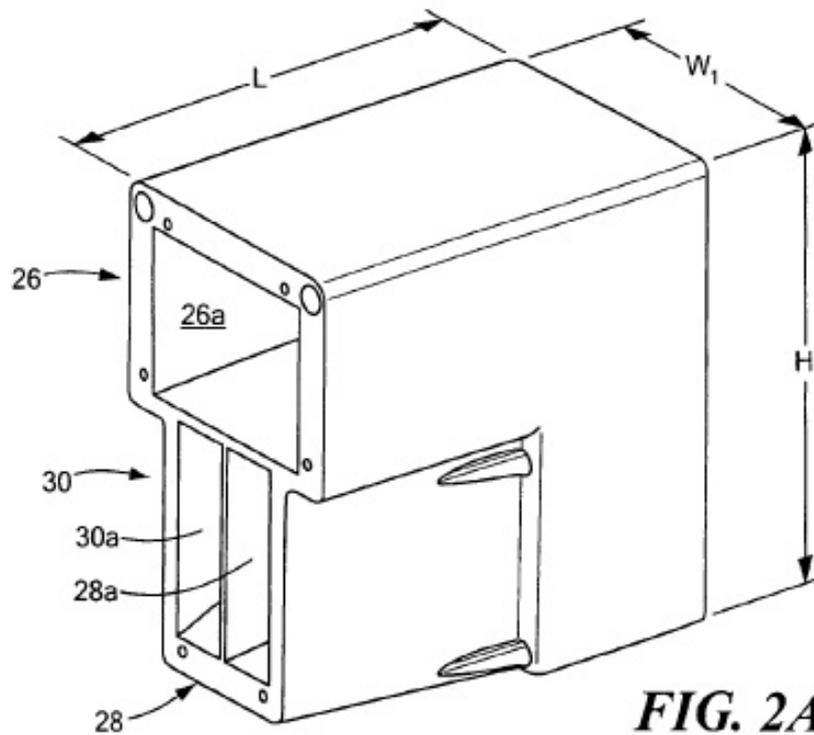


FIG. 2A

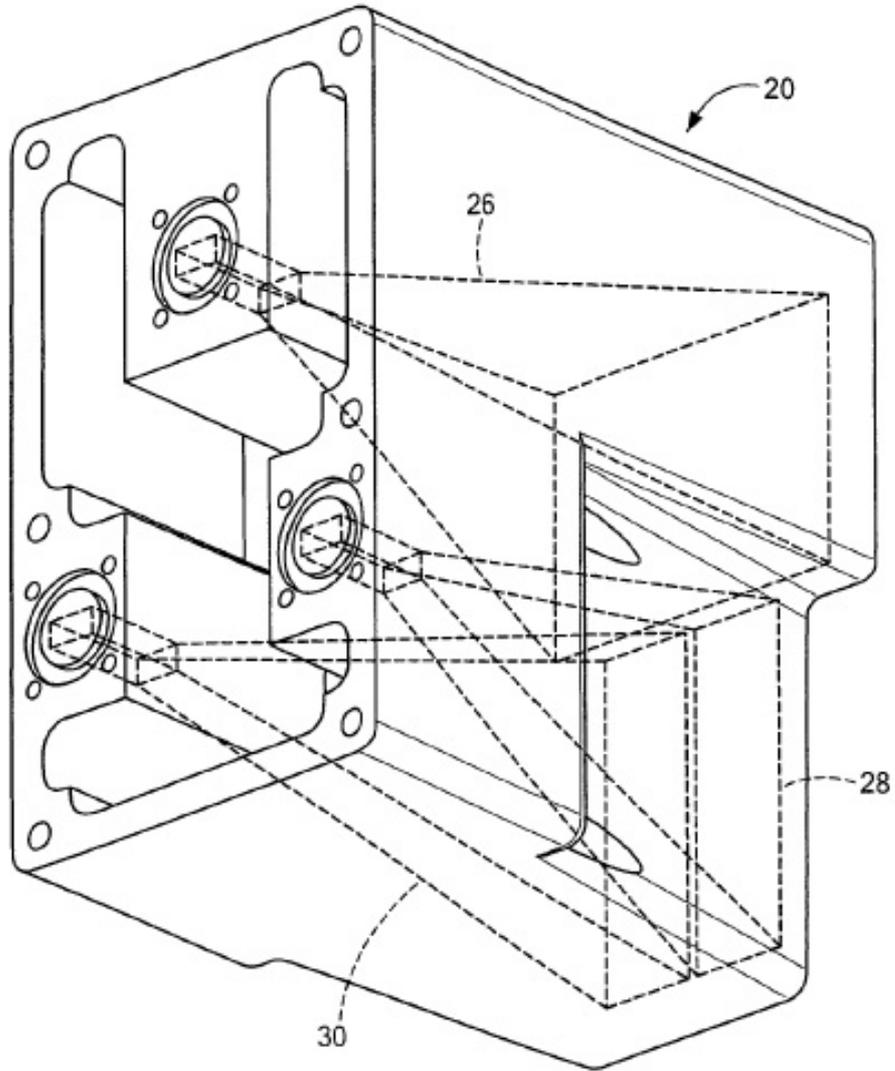


FIG. 2B

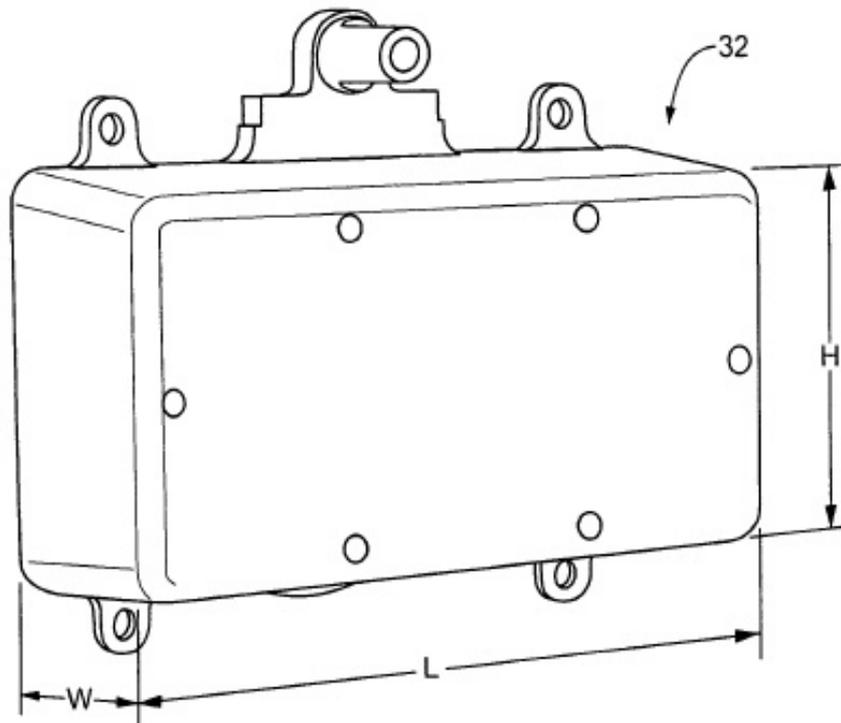


FIG. 2C

TÉCNICA ANTERIOR

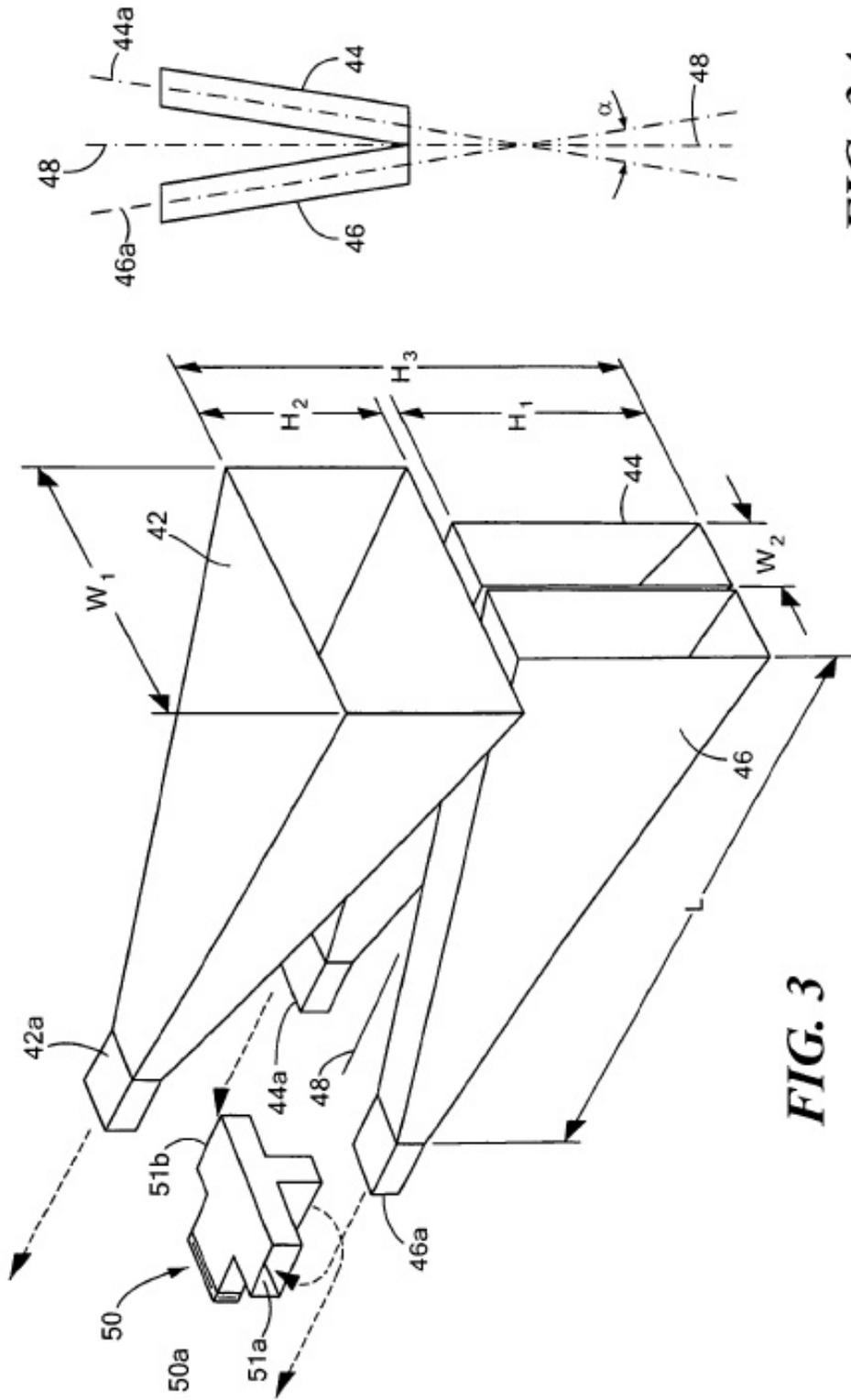


FIG. 3

FIG. 3A

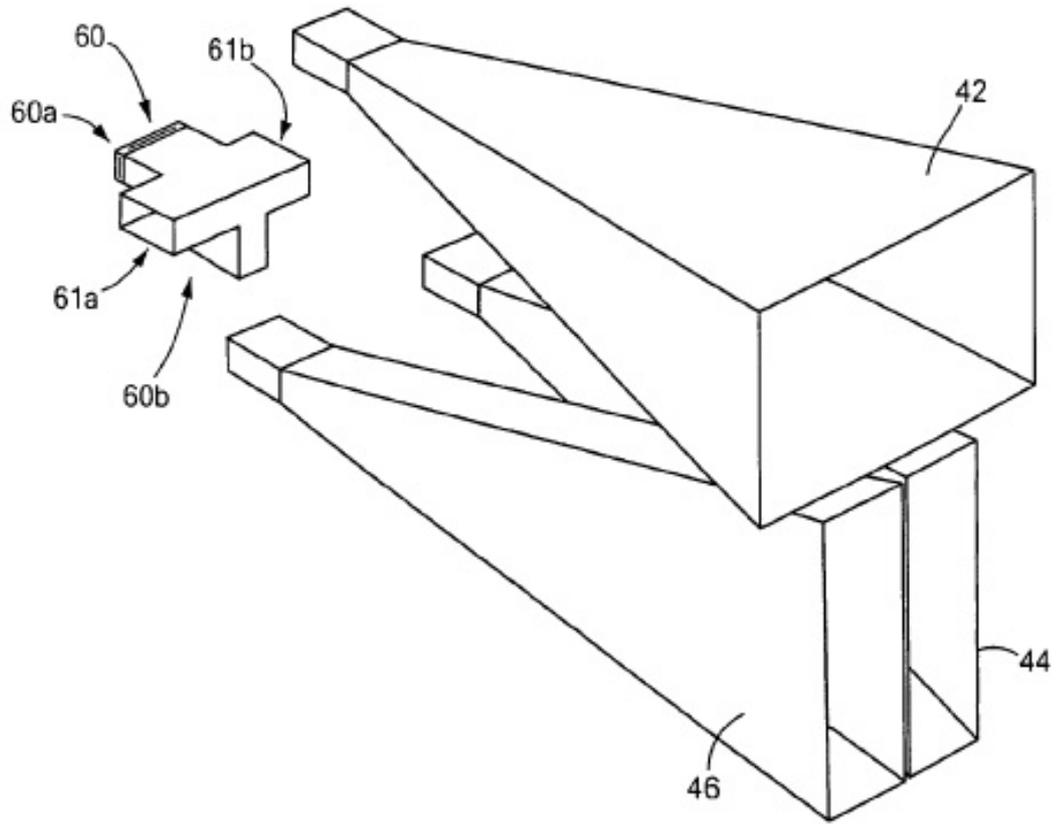


FIG. 4

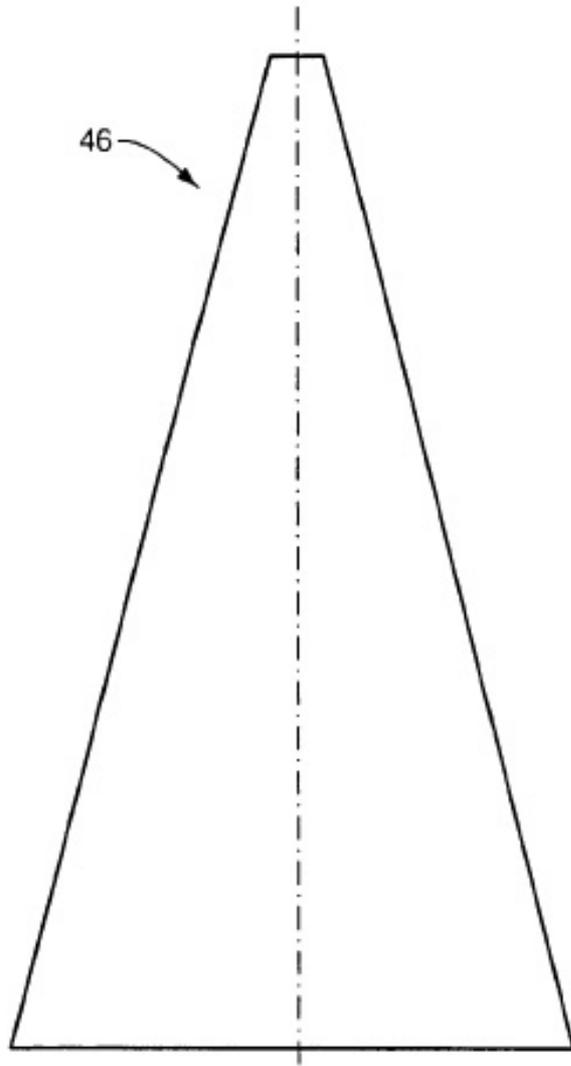


FIG. 5

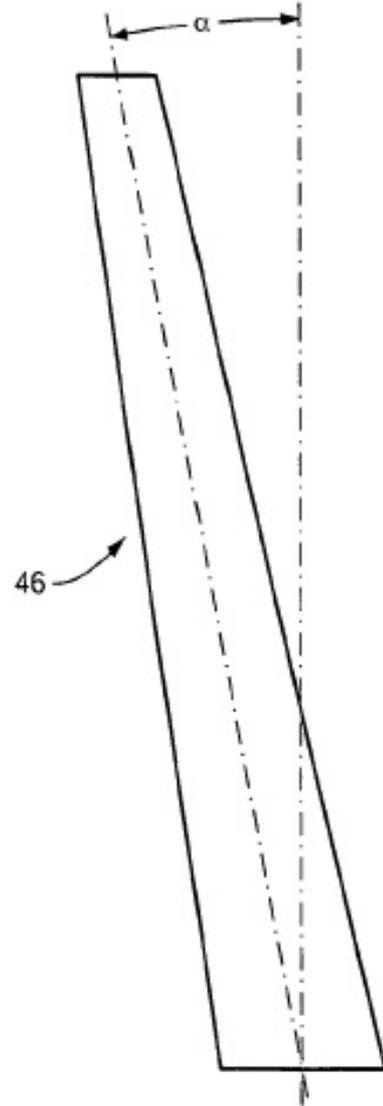


FIG. 6

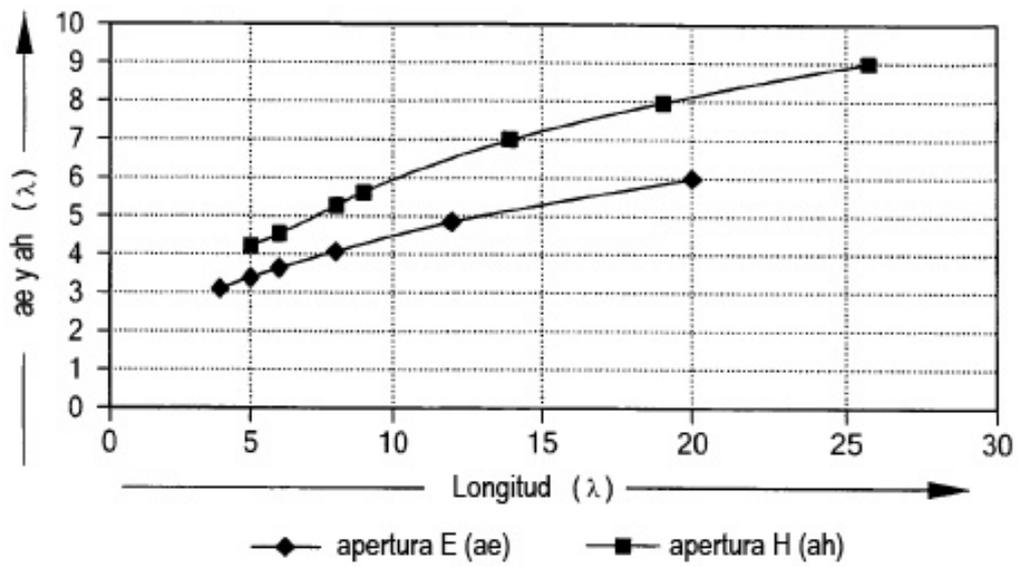


FIG. 7

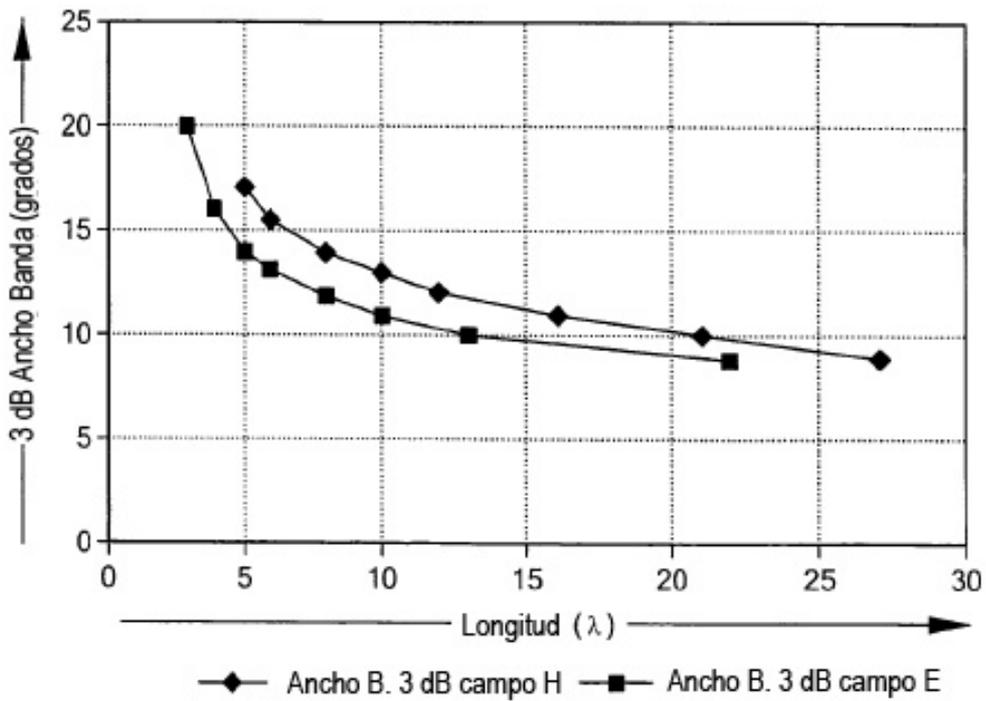


FIG. 8

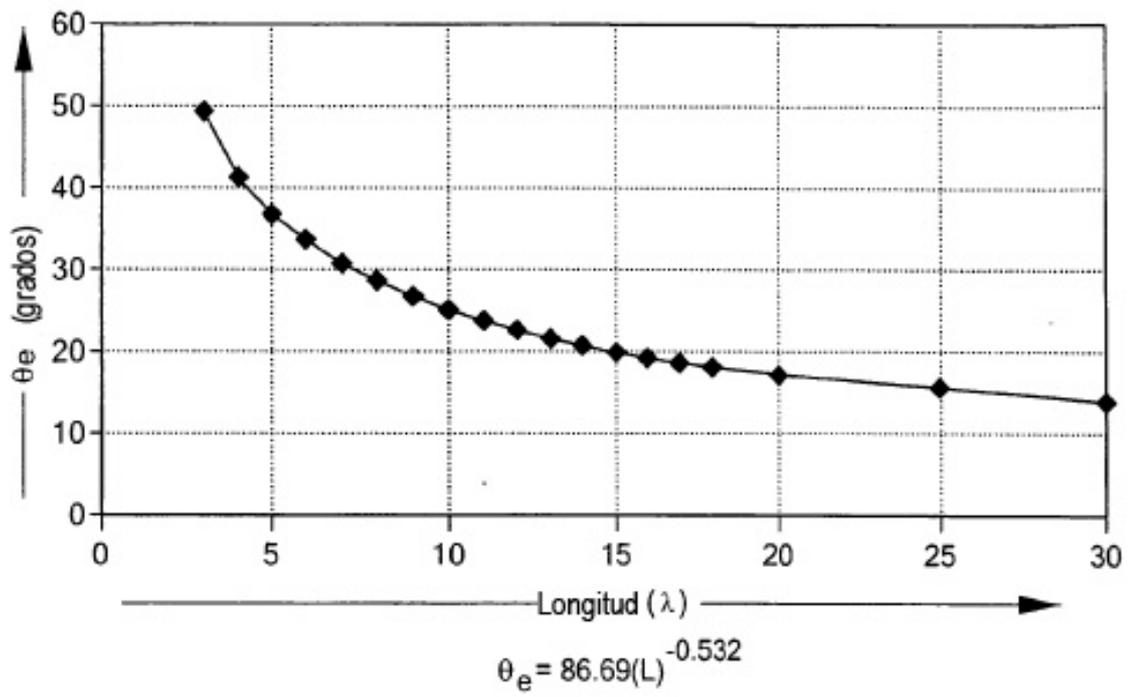


FIG. 9

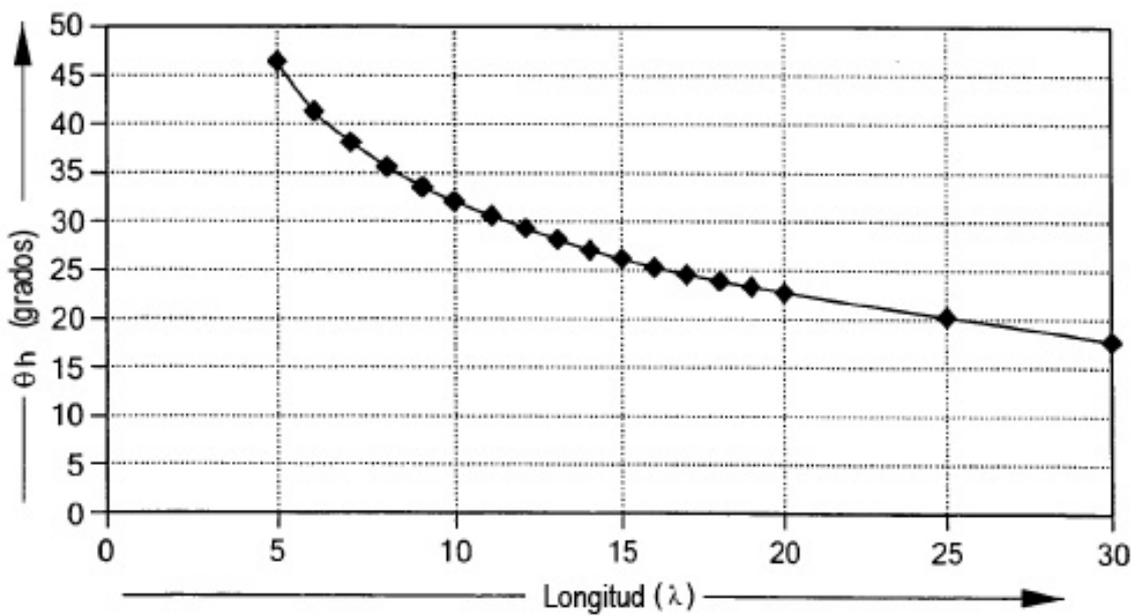


FIG. 10

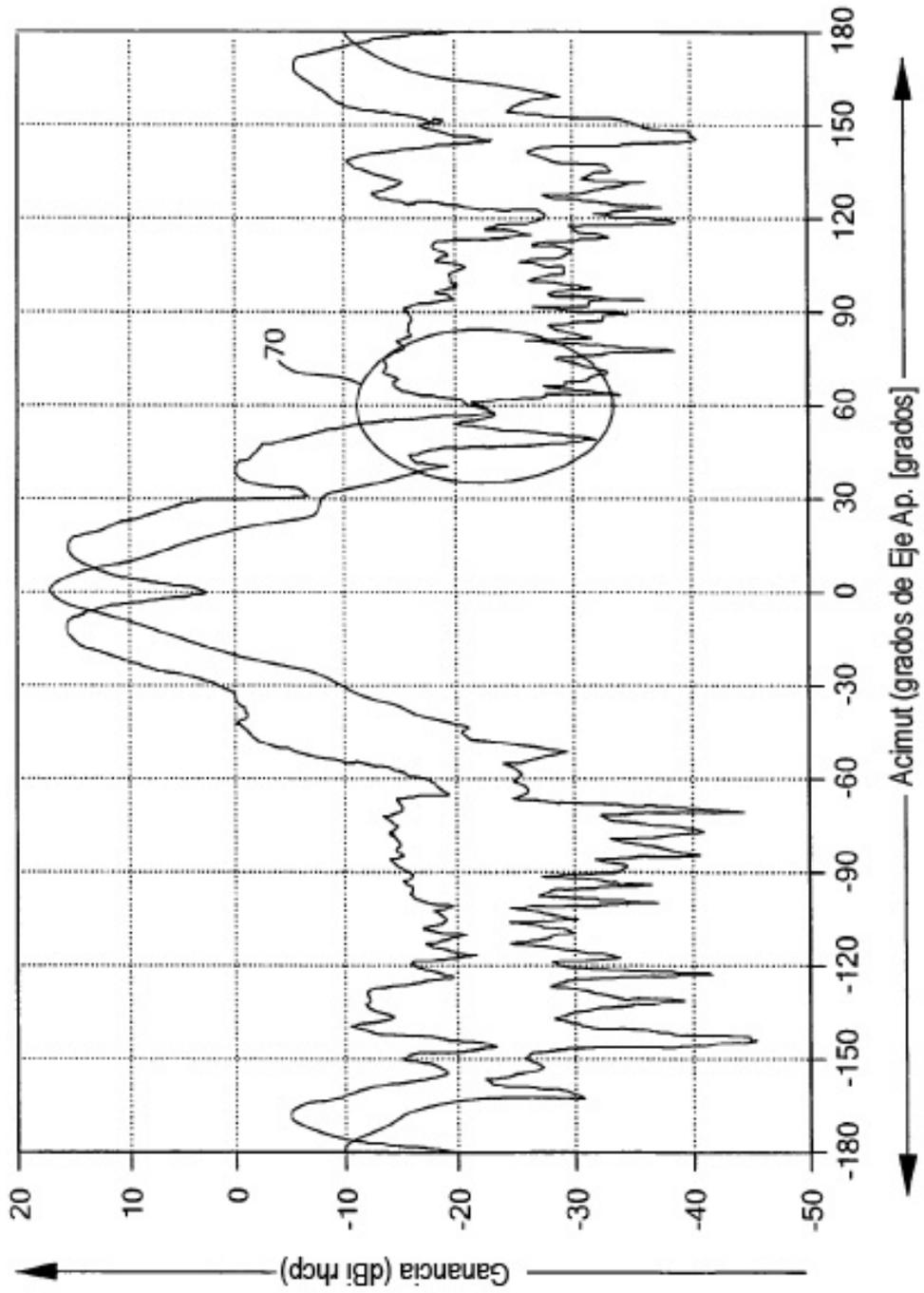


FIG. 11

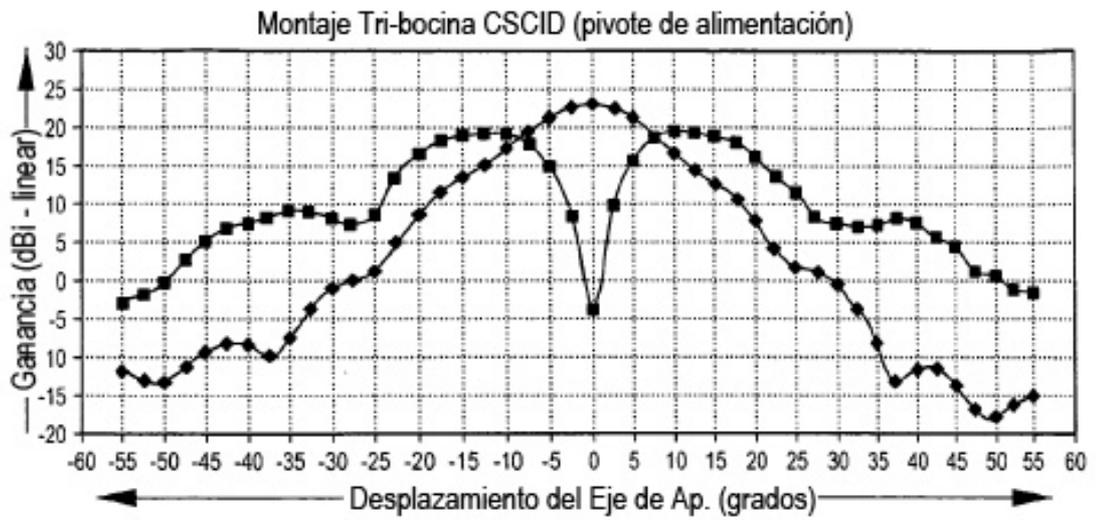


FIG. 11A

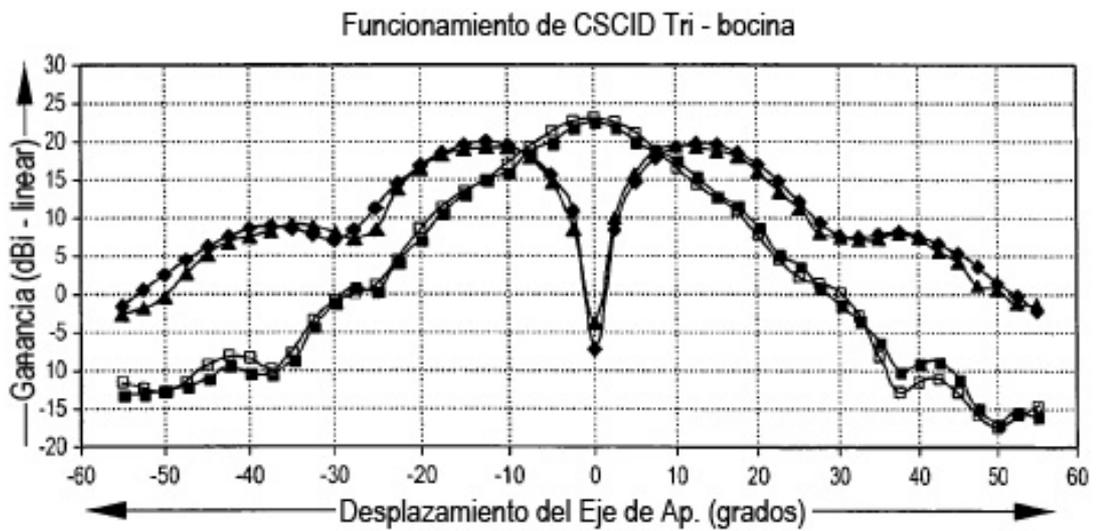


FIG. 11B

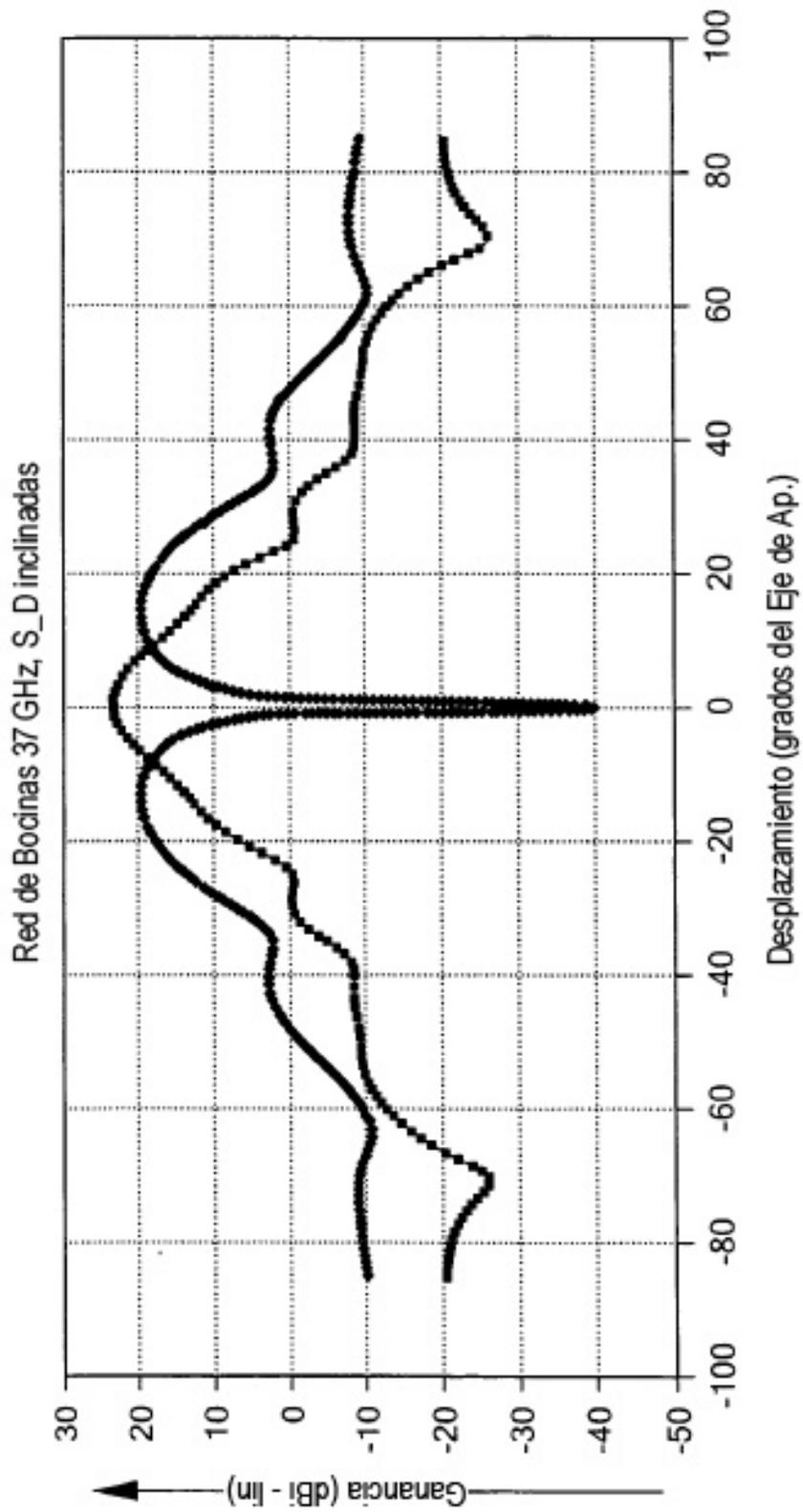


FIG. 11C

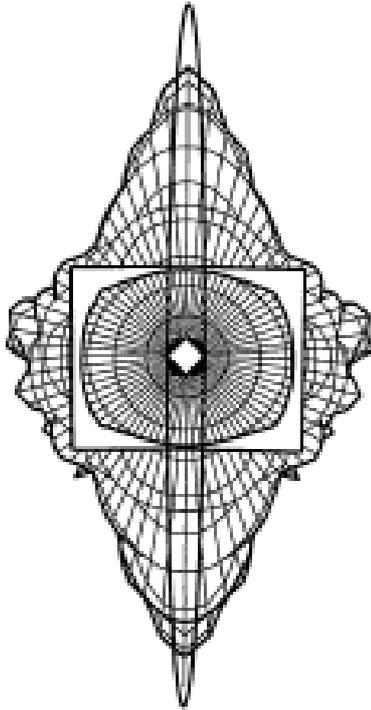


FIG. 12

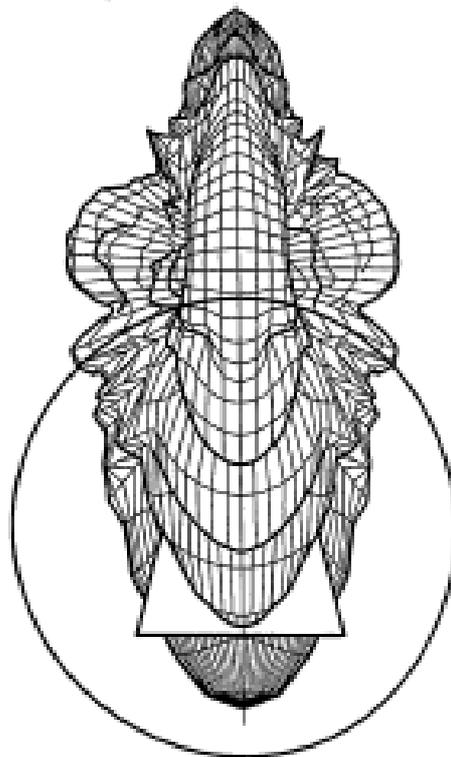


FIG. 12A

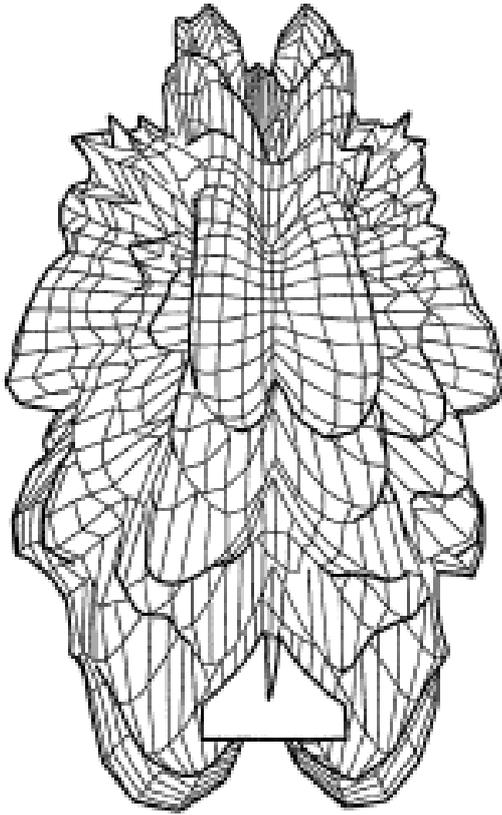


FIG. 13

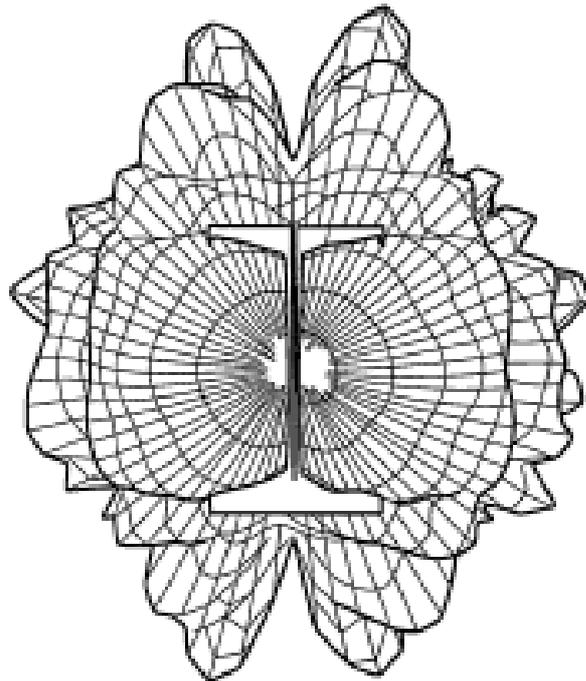


FIG. 13A

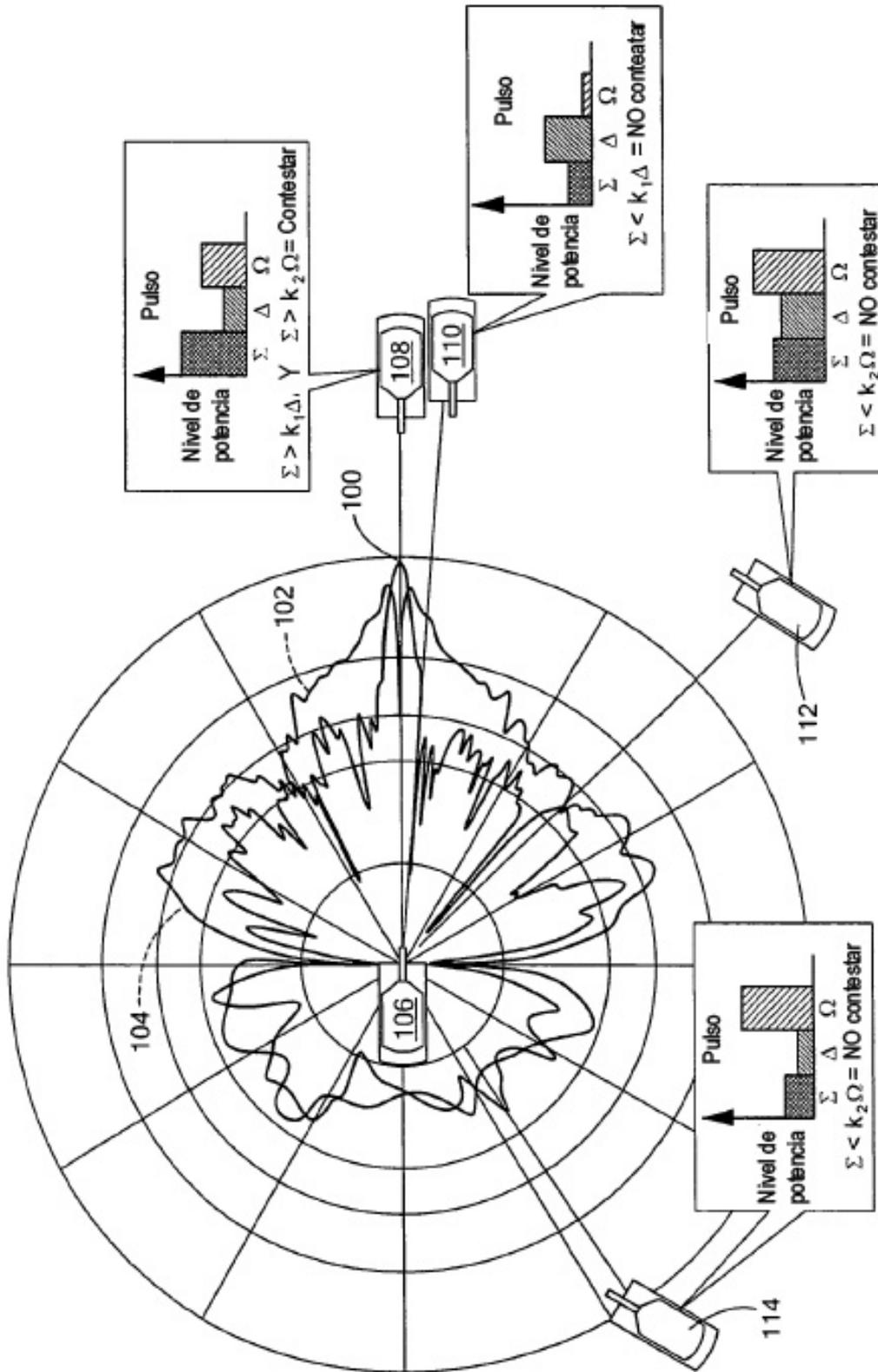


FIG. 14