

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 483 892**

(51) Int. Cl.:

H01Q 13/02 (2006.01)

H01Q 15/24 (2006.01)

H01Q 19/02 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2013 E 13165474 (1)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.05.2014 EP 2658032**

(54) Título: **Bocina de antena con rejilla corrugada**

(30) Prioridad:

27.04.2012 FR 1201240

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

08.08.2014

(73) Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

(72) Inventor/es:

**JARDIN, MICHAËL;
LABOURDETTE, CLAUDE;
JUDASZ, THIERRY;
BENOIST, BRUNO y
MARTIN, OLIVIER**

(74) Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 483 892 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

Bocina de antena con rejilla corrugada

La invención se refiere a una bocina que irradia una onda radioeléctrica, procedente de una guía de onda de entrada, que comprende una rejilla dispuesta en la abertura de la bocina. Esta se aplica, en particular, al campo de las antenas con reflector. La invención también se refiere a una antena de satélite provista de esta bocina.

Tradicionalmente, una antena de emisión y de recepción de una onda electromagnética se puede realizar asociando una guía de onda a un elemento radiante que puede, por ejemplo, adoptar la forma de una bocina. Una guía de onda en forma de bocina, llamado más simplemente bocina, presenta una sección transversal (p. ej. perpendicular a la dirección de propagación de la onda) rectangular que crece de forma progresiva hacia la abertura. Dicha guía de onda permite favorecer la propagación, en su eje longitudinal, de una onda electromagnética polarizada en un eje ortogonal al eje longitudinal de la bocina. El campo eléctrico de la onda electromagnética se puede descomponer en una componente paralela a los lados de menor tamaño de la abertura, y en una componente paralela a los lados de mayor tamaño de la abertura. La primera componente se llama componente principal o componente de copolarización. La otra componente se llama componente de polarización cruzada. En el marco de algunas aplicaciones, es conveniente reducir al máximo la amplitud de la componente de polarización cruzada. Una solución consiste en disponer una rejilla en la abertura de la bocina. Una rejilla se fabrica por lo general de un material metálico, por ejemplo de aluminio. Está formada por un conjunto de láminas dispuestas en paralelo a los lados de mayor tamaño de la abertura de la guía de onda. La rejilla permite que la componente de copolarización la atraviese y que se filtre la componente de polarización de una onda electromagnética. Para una bocina relativamente directiva, por ejemplo con una ganancia superior a 25 dBi, equipada con una rejilla, se puede obtener una componente de polarización cruzada cuya amplitud es de aproximadamente entre 40 y 45 dB por debajo de la amplitud de la componente de copolarización. Sin embargo, la eficacia del filtrado se reduce manifiestamente e incluso por completo cuando la bocina es menos directiva. Este es en particular el caso para las bocinas de prueba que se utilizan para las cámaras anecoicas de microondas. Igualmente, el filtrado solo es eficaz en una reducida banda de frecuencias. Con la creciente demanda de mayores rendimientos de antena, resulta útil desarrollar unas bocinas que presenten una atenuación de la componente de polarización cruzada como mínimo de 40 dB con respecto a la componente de copolarización, y en unas bandas ampliadas de frecuencias, por ejemplo del orden de entre un 40 % y un 50 %.

Los documentos US-A-3 938 159 y US-A-2 298 272 dan a conocer unas bocinas que comprenden unas rejillas y/o unas láminas sin corrugaciones.

Un objeto de la invención es, en particular, proporcionar una bocina que presente unas propiedades mejoradas de filtrado de la componente de polarización cruzada del campo eléctrico de una onda electromagnética, a la vez en términos de amplitud de la componente de polarización cruzada y en términos de ancho de banda. Para ello, la invención tiene por objeto una guía de onda que comprende un tramo en forma de bocina, una entrada, una abertura y una rejilla dispuesta cerca de la abertura, estando adaptada al menos una onda electromagnética de polarización lineal para propagarse entre la entrada y la abertura a lo largo de un primer eje; comprendiendo la rejilla un marco que rodea un conjunto de láminas que se extienden longitudinalmente y de forma continua desde un primer lado corto del marco hasta un segundo lado corto del marco, de tal modo que se forma un filtro de polarización lineal que atenúa la componente de polarización cruzada del campo eléctrico de la onda electromagnética, siendo dicha componente de polarización cruzada ortogonal a un segundo eje ortogonal al primer eje. Las láminas comprenden unas corrugaciones dimensionadas y situadas de tal modo que se refuerza la atenuación de dicha componente de polarización cruzada.

La invención tiene en particular como ventajas que se puede adaptar a cualquier tipo de bocina, en particular a las bocinas piramidales y trifurcadas, más conocidas por la denominación anglosajona "trifurcated horns". Estas bocinas son relativamente ligeras, y relativamente sencillas de diseñar y fabricar. Con respecto a una bocina corrugada, una bocina piramidal o *trifurcated* presenta una masa reducida aproximadamente a la mitad. Igualmente, la invención presenta la ventaja de mejorar la relación de onda estacionaria y la ganancia de la bocina.

La invención se puede utilizar en los equipos de prueba de cámaras anecoicas de microondas para de este modo poder suministrar unos resultados de medición más precisos y más fiables en los niveles de polarización cruzada y en la orientación de la polarización principal de los equipos probados. Con unos mejores niveles de polarización cruzada y gracias a la simplicidad de fabricación y a su masa favorable, también se podrá utilizar la invención para aplicaciones de antenas de satélite.

Las corrugaciones consisten, por ejemplo, en unas ranuras rectangulares abiertas en la dirección contraria a la entrada de la guía de onda.

De manera ventajosa, las corrugaciones tienen unas dimensiones que varían según su posición a lo largo de la dirección según la cual las láminas se extienden longitudinalmente entre el primer y el segundo lado corto del marco, en función de la frecuencia del campo eléctrico de la onda electromagnética que presenta localmente la mayor amplitud en las corrugaciones respectivas. De este modo, el filtrado se puede optimizar en una amplia banda de

frecuencias.

La profundidad de las ranuras es, por ejemplo, sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a la frecuencia del campo eléctrico que presenta localmente la mayor amplitud en las ranuras respectivas, y que está orientado esencialmente a lo largo del segundo eje. La profundidad de las ranuras es, en

5 otro ejemplo, sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a una frecuencia de una banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda, presentando la onda electromagnética emitida en dicha banda de frecuencias de funcionamiento un campo eléctrico orientado esencialmente a lo largo del segundo eje. Por otra parte, cuanto más alta es la frecuencia, más pequeña es la anchura de las ranuras. Siempre con el objetivo de optimizar el filtrado en una amplia banda de frecuencias, la separación entre las corrugaciones adyacentes en la dirección según la cual las láminas se extienden longitudinalmente es sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a la frecuencia del campo eléctrico de la onda electromagnética que presenta localmente la mayor amplitud en las ranuras respectivas. La separación entre dos corrugaciones adyacentes en la dirección según la cual las láminas se extienden longitudinalmente es, en una variante, sustancialmente igual a la cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a una frecuencia de una banda de 10 frecuencias de funcionamiento de la guía de onda, presentando la onda electromagnética emitida en dicha banda de frecuencias de funcionamiento un campo eléctrico orientado sustancialmente a lo largo del segundo eje.

15

De manera ventajosa, con el objetivo de optimizar la atenuación, el marco comprende unas corrugaciones. De manera ventajosa, con el objetivo de optimizar la atenuación el marco consta de unas corrugaciones que se extienden por todo el espesor de al menos un lado del marco en una dirección perpendicular al primer eje.

20 De manera ventajosa, el marco comprende unas corrugaciones que se extienden por todo el espesor de al menos un lado del marco a lo largo del segundo eje y/o unas corrugaciones que se extienden por todo el espesor de al menos un lado del marco a lo largo de un tercer eje ortogonal al primer eje y al segundo eje.

De acuerdo con una forma particular de realización, las corrugaciones se alinean por conjuntos a lo largo del segundo eje, presentando las corrugaciones de un mismo conjunto las mismas dimensiones.

25 De acuerdo también con una forma particular de realización, la rejilla se dispone a una distancia no nula de la abertura de la guía de onda a lo largo del primer eje.

Con el fin de reforzar el filtrado de la componente de polarización cruzada, la guía de onda puede constar de al menos una rejilla adicional, encontrándose las rejillas separadas de dos en dos a lo largo del primer eje por una distancia comprendida entre la longitud de onda que corresponde sustancialmente a una frecuencia central de una 30 banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda y una octava parte de esta longitud de onda. Una o varias rejillas adicionales se pueden colocar en paralelo a la rejilla dispuesta cerca de la abertura. Por otra parte, una o varias rejillas adicionales pueden constar cada una de unas corrugaciones. Cada rejilla adicional puede ser sustancialmente idéntica a la rejilla dispuesta cerca de la abertura.

35 De acuerdo con una forma particular de realización, la rejilla consta de un marco que se encaja sustancialmente en el contorno de la abertura de la guía de onda, comprendiendo el marco unas partes salientes que se extienden en un plano ortogonal al primer eje. Las partes salientes forman, por ejemplo, un perfil en forma de dientes de sierra. Las partes salientes pueden extenderse hacia el interior y/o hacia el exterior del marco.

De manera ventajosa, las láminas se extienden longitudinalmente en una dirección sustancialmente paralela a un tercer eje ortogonal al segundo eje y ortogonal al primer eje.

40 De manera ventajosa, con el fin de obtener una mejor atenuación, las láminas se extienden longitudinalmente en una dirección que forma, con un tercer eje ortogonal al segundo eje y ortogonal al primer eje, un ángulo comprendido entre 0,05° y 5° alrededor del primer eje.

De manera ventajosa, la guía de onda está diseñada para funcionar en una banda de frecuencias de funcionamiento, las láminas presentan una altura en el eje z sustancialmente igual a la mitad de una longitud de onda que corresponde a una frecuencia comprendida en la banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda.

45 La invención también tiene por objeto una antena de satélite que comprende una guía de onda como la que se ha descrito con anterioridad.

50 Por último, la invención tiene por objeto un procedimiento de prueba de un equipo de radiofrecuencia en el cual se utiliza una guía de onda como la que se ha descrito con anterioridad.

Se entenderá mejor la invención y se mostrarán otras ventajas en la lectura de la descripción que viene a continuación, hecha en relación a los dibujos adjuntos en los que:

- La figura 1 representa, en una vista en perspectiva, un ejemplo de guía de onda terminada en forma de bocina y que comprende una rejilla simple cerca de la abertura;

- 5 - la figura 2 representa, es una vista en perspectiva, un ejemplo de realización de una guía de onda terminada en forma de bocina y que comprende una rejilla de acuerdo con la invención cerca de la abertura;
- las figuras 3A y 3B representan, respectivamente en una vista desde arriba y en una vista de lado, el ejemplo de rejilla de acuerdo con la figura 2 dimensionada para una banda de frecuencias dada;
- las figuras 4A, 4B y 5 ilustran, mediante unos gráficos, el impacto de la rejilla de acuerdo con invención sobre los rendimientos de la guía de onda;
- la figura 6 es una forma particular de realización de una guía de onda de acuerdo con la invención.

10 En la siguiente descripción, se llama f_0 a la frecuencia central de la banda de frecuencias de funcionamiento de una antena, C_0 a la celeridad de la luz en el medio de propagación considerado y λ_0 a la longitud de onda que corresponde a la frecuencia f_0 (siendo $\lambda_0 = C_0/f_0$). f_0 es la frecuencia central de los campos eléctricos de las ondas electromagnéticas emitidas en la banda de funcionamiento de la antena. Estos campos eléctricos se orientan, incluso antes de que lleguen a la rejilla, sustancialmente a lo largo del eje y.

15 La figura 1 representa, en una vista en perspectiva, un ejemplo de guía de onda en forma de bocina para una antena con reflector. La guía de onda a menudo se llama bocina haciendo referencia a su forma. La bocina 10 consta de un primer tramo 11 con una sección transversal (en el plano xy) rectangular constante, y un segundo tramo 12 con una sección transversal rectangular creciente de forma regular entre la entrada 13 y la abertura 14, es decir a lo largo de su eje longitudinal z. Para una sección transversal dada, la mayor dimensión de esta sección está orientada a lo largo del eje x, mientras que la menor dimensión está orientada a lo largo del eje y. La entrada 13 está por lo general 20 unida a una guía de onda rectangular, no representada, con la misma sección transversal que la del tramo 11. La bocina 10 comprende una rejilla 15 dispuesta cerca de la abertura 14. Por cerca, se entiende una distancia comprendida entre la longitud de onda λ_0 y el valor nulo, encontrándose entonces la rejilla 15 fijada en el contorno de la abertura 14. La rejilla 15 comprende un marco 150 que se encaja sustancialmente en el contorno de la abertura 14, y un conjunto de láminas 151, 152 y 153. El marco soporta las láminas. Las láminas 151-153 se extienden 25 longitudinalmente y de forma continua a lo largo del eje x desde un primer lado corto del marco 150 hasta un segundo lado corto del marco. Esta característica es esencial para poder atenuar la componente de polarización cruzada del campo eléctrico de cualquier onda emitida en la guía de onda sea cual sea su posición en la rejilla.

30 En la realización de la figura 1, de manera no limitativa, el primer lado corto 150a y el segundo lado corto 150b se extienden longitudinalmente en paralelo al eje y. El marco también comprende un primer lado largo 150c y un segundo lado largo 150d ortogonales a los lados 150a, 150b. El marco es rectangular.

Por los dos lados cortos del marco, se entiende los dos lados más cortos del marco y por dos lados largos del marco se entiende los dos lados más largos del marco.

35 Las láminas 151-153 están dispuestas en paralelo al plano xz en las realizaciones de las figuras. Están dispuestas de tal modo que permiten el paso de una onda electromagnética cuyo campo eléctrico se polariza en el eje y, y el filtrado de cualquier onda electromagnética cuyo campo eléctrico no se polariza en el eje y. La rejilla 15 forma de este modo un filtro de polarización lineal de eje y. Por filtrado, se entiende la atenuación de la amplitud del campo eléctrico. La rejilla 15 atenúa en particular la componente denominada de polarización cruzada del campo eléctrico de una onda electromagnética, es decir la componente orientada a lo largo del eje x. Esta atenúa en particular las componentes de polarización cruzada de los campos eléctricos de las ondas electromagnéticas cuyas frecuencias 40 respectivas están comprendidas en la banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda. Las propiedades geométricas de la rejilla 15 se determinan esencialmente en función de la banda de frecuencias de funcionamiento de la antena. Las propiedades geométricas que tienen un impacto más importante sobre las propiedades electromagnéticas de la rejilla son la altura de la rejilla 15 y la separación entre las láminas adyacentes, del mismo modo que entre las láminas externas 151 y 153 y el borde interior del marco 150. De manera ventajosa, la altura de 45 la rejilla 15 en el eje z es sustancialmente igual a la mitad de la longitud de onda λ_0 ($\lambda_0/2$). La separación entre dos láminas adyacentes, así como entre las láminas externas 151 y 153 y el borde interior del marco 150 es de manera ventajosa sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda λ_0 ($\lambda_0/4$). Otras propiedades geométricas tienen una influencia secundaria sobre las propiedades electromagnéticas de la bocina 10. Se trata en particular de la posición de la rejilla 15 con respecto a la abertura 14. De manera ventajosa, la rejilla 15 está situada a una 50 distancia del plano xy de la abertura 14 sustancialmente nula. El espesor del marco 150 en los ejes x e y, y el de las láminas 151-153 en el eje y tiene poca influencia sobre el rendimiento de la rejilla 15. El espesor de las láminas 151-153 depende directamente del tamaño de la abertura 14 de la bocina en el eje y, del número de láminas así como de la separación entre láminas. Desde un punto de vista electromagnético, el espesor de las láminas 151-153 puede ser muy pequeño. Sin embargo, las láminas 151-153 deben ser lo suficientemente espesas para poder fabricarse y 55 para garantizar su resistencia mecánica. A título de ejemplo, el espesor de las láminas puede ser sustancialmente igual a 1 mm. El espesor del marco 150 se determina esencialmente de tal modo que soporte las tensiones mecánicas que experimenta la bocina 10. En particular, al ser las láminas 151-153 de un espesor relativamente bajo, el espesor del marco 150 debe ser el suficiente para evitar una torsión de las láminas 151-153. Para una bocina destinada a una antena que funciona en la banda de frecuencias Ku, es decir en la banda de frecuencias de 10,00 60 GHz a 15,00 GHz, el espesor del marco 150 está, por ejemplo, comprendido entre 2 y 10 mm.

La figura 2 representa, en una vista en perspectiva, un ejemplo de realización de una bocina de acuerdo con la

invención. La bocina 20 se diferencia de la bocina 10 de la figura 1 por su rejilla 21. La rejilla 21 comprende también un marco 210 dispuesto cerca de la abertura 14 de la bocina 20, y un conjunto de láminas 211, 212 y 213 dispuestas en paralelo al plano xz en las realizaciones de las figuras. El marco soporta las láminas. Las láminas 211-213 se extienden longitudinalmente entre los dos lados del marco 150. De manera más precisa, las láminas se extienden

5 longitudinalmente y de forma continua desde un primer lado corto 250a del marco hasta un segundo lado corto 250b del marco 250. En la realización de la figura, de forma no limitativa, el primer lado 250a y el segundo lado 250b se extienden longitudinalmente en paralelo al eje y. El marco también comprende un primer lado largo 250c y un segundo lado largo 250d. Los lados 250c y 250d son ortogonales a los lados 250a, 250b, siendo rectangular el marco en la figura 2.

10 Las propiedades geométricas de la rejilla 21 se determinan de manera idéntica a las de la rejilla 15 de la figura 1. La rejilla 21 se diferencia de la rejilla 15 en que comprende unas corrugaciones 22. La rejilla 21 se denomina corrugada. Las corrugaciones 22 consisten, por ejemplo, en unas ranuras, en unas muescas o unos huecos. Mecánicamente, se pueden asemejar a unas incisiones practicadas a lo largo del eje y en la cara externa del marco 210 y/o de las láminas 211-213. Por cara externa se entiende la superficie orientada en la dirección opuesta a la entrada 13 de la bocina 20. Las corrugaciones 22 presentan de manera ventajosa una forma rectangular o en U en un plano xz. En la práctica, las corrugaciones 22 se pueden realizar tanto mediante mecanizado como mediante moldeo de la rejilla 21. Las corrugaciones 22 mejoran la atenuación de la amplitud de cualquier campo eléctrico no polarizado en el eje y con respecto a una rejilla simple como la rejilla 15 de la figura 1. En particular, permiten mejorar el filtrado, es decir, la atenuación de los componentes de polarización cruzada de los campos eléctricos de las ondas electromagnéticas emitidas en la banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda. Esto significa, por lo tanto, que el filtrado

15 será mejor, y más uniforme, en la banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda. Por otra parte, permiten realizar una atenuación de las componentes cruzadas en una banda de frecuencias más amplia que el dispositivo de atenuación de la figura 1. Como recordatorio, los campos eléctricos de ondas electromagnéticas emitidas en la guía de onda están de preferencia orientados esencialmente en la dirección y, incluso antes de que

20 pasen por la rejilla. El paso de la rejilla mejora más esta orientación al limitar las componentes de polarización cruzada. Los campos eléctricos en la salida de la guía de onda están, por lo tanto, de forma necesaria orientados esencialmente en la dirección y.

25 El refuerzo de la atenuación de las ondas electromagnéticas cuyo campo eléctrico no se polariza en el eje y, en particular la atenuación de las componentes cruzadas, se obtiene mediante las propiedades geométricas de las corrugaciones 22, esto es por sus dimensiones y su posición. Estas propiedades geométricas de las corrugaciones 22 se determinan en función de la banda de frecuencias de funcionamiento de la antena. Las propiedades geométricas que tienen mayor impacto sobre las propiedades electromagnéticas de la rejilla son la profundidad de las corrugaciones y la separación entre corrugaciones adyacentes en el eje x. La profundidad de una corrugación 22 se define como la distancia en el eje z entre, por una parte, la superficie externa del marco 210 o de las láminas 211-213 y, por otra parte, el fondo de la ranura 22 considerada. La profundidad de las corrugaciones está de manera ventajosa dimensionada en "trampa de cuarto de onda". En otras palabras, es sustancialmente igual al cuarto de la longitud de onda λ_0 ($\lambda_0/4$). Sin embargo, con el fin de conservar un filtrado óptimo en todo el ancho de la banda de frecuencias, se pueden considerar varias frecuencias particulares en la banda de frecuencias. En efecto, las señales de bajas frecuencias tienen tendencia a dispersarse más en los bordes de la rejilla que en el centro, mientras que las señales de alta frecuencia son más directivas y se concentran por lo tanto más en el centro de la rejilla. Esta propiedad se puede utilizar con el fin de dedicar diferentes partes de la rejilla al filtrado de frecuencias particulares diferentes. En el ejemplo de la figura 2, se consideran cuatro frecuencias particulares. Cada frecuencia particular corresponde a una longitud de onda y está asociada a un conjunto de corrugaciones 22. De este modo cada frecuencia particular da una profundidad de corrugación diferente de las demás. Como se puede observar en las figuras 2, 3A, 3B, las dimensiones de las corrugaciones varían entre el primer lado 250a y el segundo lado 250b del marco. Al ser simétrico el funcionamiento de la bocina 20 con respecto al plano yz, las corrugaciones 22 se pueden realizar de forma simétrica con respecto al plano yz que pasa por el centro de la rejilla. En la forma particular de realización de la figura 2, un primer conjunto 221 de corrugaciones 22 se realiza en el marco 210 y las láminas 211-213 de tal modo que las corrugaciones se alinean a lo largo del eje y que pasa por el centro de los lados de mayor tamaño del marco 210, realizándose unos conjuntos de corrugaciones 222A-222B, 223A-223B y 224A-224B simétricamente a ambos lados del primer conjunto 221. La separación entre corrugaciones adyacentes a lo largo del eje x constituye el principal criterio de optimización del carácter filtrante de las corrugaciones 22. La separación entre dos corrugaciones adyacentes 22 se define como la distancia en el eje x entre los bordes contiguos de estas corrugaciones 22 o, llegado el caso, entre el borde interior del marco 210 y el borde contiguo de la corrugación adyacente 22. No obstante, al ser relativamente pequeña la anchura de las corrugaciones con respecto a la separación entre corrugaciones, también se puede definir esta separación como la distancia entre los centros de las corrugaciones. La separación entre corrugaciones adyacentes 22 es de manera ventajosa sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda λ_0 ($\lambda_0/4$). Sin embargo, de manera similar a la profundidad de las corrugaciones, se pueden considerar varias frecuencias particulares en la banda de frecuencias de funcionamiento. A causa del funcionamiento simétrico de la bocina, las separaciones entre corrugaciones son normalmente simétricas con respecto al plano yz que pasa por el centro de la rejilla 21. La anchura de las corrugaciones ejerce una influencia secundaria sobre las propiedades electromagnéticas de la rejilla 21. Además, esta medida está condicionada por las medidas de la abertura 14 de la bocina 20 en el eje x, por el número de corrugaciones en cada eje x, así como por las separaciones entre las corrugaciones. La anchura de las corrugaciones debe, no obstante,

ser suficiente como para realizar su mecanizado o el moldeado de la rejilla 21. A título de ejemplo, la anchura de las corrugaciones puede ser sustancialmente igual a 1 mm. De preferencia, cuanto más elevada es la frecuencia particular considerada, más se reduce la anchura. De este modo, la anchura de las corrugaciones aumenta desde el centro hacia el marco y, en particular, hacia los bordes del marco 210.

- 5 Las figuras 3A y 3B representan, respectivamente, en una vista desde arriba y en una vista de lado, un ejemplo de rejilla de acuerdo con la figura 2 dimensionada para una banda de frecuencias comprendida entre 10,3 GHz y 14,75 GHz. Se llama H a la altura de la rejilla 21 según el eje z, d a la separación entre láminas adyacentes según el eje y, e_c al espesor del marco 210 en los ejes x e y, e_l al espesor de las láminas según el eje y, h1 a h4 a la profundidad de las corrugaciones 22 de los conjuntos respectivos 221 a 224 en el eje z. También se llama d_{12} a la separación entre las corrugaciones en el eje x del primer conjunto 221 y las del conjunto 222A (respectivamente 222B), d_{23} a la separación entre las corrugaciones del conjunto 222A (respectivamente 222B) y las del conjunto 223A (respectivamente 223B), d_{34} a la separación entre las corrugaciones del conjunto 223A (respectivamente 223B) y las del conjunto 224A (respectivamente 224B), y d_{40} a la separación entre las corrugaciones del conjunto 224A (respectivamente 224B) y el borde interior contiguo del lado 250b (respectivamente 250a) del marco 210. Por último, 10 se llama e_1 a e_4 a la anchura de las corrugaciones 22 según el eje x de los conjuntos respectivos 221 a 224.
- 15

Se consideran las siguientes frecuencias: $f_0 = 12,5$ GHz, $f_1 = 14,75$ GHz, $f_2 = 14,25$ GHz, $f_3 = 12,75$ GHz y $f_4 = 11,7$ GHz. Cada frecuencia f_1 a f_4 está asociada a un conjunto de corrugaciones 221, 222A-222B, 223A-223B o 224A-224B. Estas frecuencias permiten definir las profundidades h1 a h4 de las corrugaciones de los conjuntos respectivos 221 a 224. Siendo $C_0 = 3 \cdot 10^8$ m/s, las longitudes de onda asociadas a las frecuencias f_0 a f_4 son respectivamente $\lambda_0 = 24$ mm, $\lambda_1 = 20,34$ mm, $\lambda_2 = 21,05$ mm, $\lambda_3 = 23,53$ mm y $\lambda_4 = 25,64$ mm.

Para las diferentes zonas de la rejilla 21 situadas entre las corrugaciones, se consideran las siguientes frecuencias: $f_{12} = 14,5$ GHz, $f_{23} = 13,75$ GHz, $f_{34} = f_0 = 12,5$ GHz y $f_{40} = 10,3$ GHz. Estas permiten definir las separaciones entre corrugaciones adyacentes. Las longitudes de onda asociadas a estas frecuencias son respectivamente $\lambda_{12} = 20,69$ mm, $\lambda_{23} = 21,82$ mm, $\lambda_{34} = 24,00$ mm y $\lambda_{40} = 29,13$ mm. Para estas frecuencias, las dimensiones de la rejilla 21 son, 20 por ejemplo, las siguientes:

- H = 12 mm, dimensionada en $\lambda_0/2$;
- d = 8,25 mm;
- e_c = 7,0 mm;
- e_l = 1,0 mm;
- h1 = 5,08 mm; h2 = 5,26 mm; h3 = 5,88 mm; h4 = 6,41 mm;
- $d_{12} = 5,17$ mm; $d_{23} = 5,46$ mm; $d_{34} = 6,00$ mm; $d_{40} = 7,28$ mm;
- $e_1 = 0,75$ mm; $e_2 = 1,0$ mm; $e_3 = 1,25$ mm; $e_4 = 1,5$ mm.

Dicho de otro modo, las dimensiones y/o las separaciones entre las ranuras respectivas se define por la longitud de onda correspondiente a la frecuencia del campo eléctrico que presenta localmente la mayor amplitud en la rejilla 21, 35 y en particular en las ranuras respectivas 22.

Como se puede observar en la figura 2, los lados largos 250d y 250c del marco comprenden unas corrugaciones. Estas corrugaciones están separadas en la dirección longitudinal de los lados. Estas se extienden de manera ventajosa por todo el espesor de estos lados en una dirección perpendicular al eje z. Las corrugaciones formadas en cada lado largo se extienden por todo el espesor del lado largo en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal del lado largo. De esta forma estas desembocan a ambos lados de este lado. En la realización de la figura 2, las corrugaciones se extienden por todo el espesor de los lados largos respectivos en la dirección y. Las corrugaciones formadas en un lado presentan, por ejemplo, como se puede observar en la figura 2, la forma de un canal que se extiende longitudinalmente en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de dicho lado y presentan una sección rectangular en el plano xz.

40 45 En una variante no representada o además de las corrugaciones de los lados largos, los lados cortos 250a y 250b del marco constan de unas corrugaciones que se extienden por todos sus espesores respectivos en una dirección perpendicular al eje z. Las corrugaciones de cada lado corto se extienden por todo el espesor del lado corto perpendicularmente a la dirección longitudinal del lado corto. De este modo estas desembocan a ambos lados de este lado. En el caso en el que los lados cortos se extienden longitudinalmente en el eje y, las corrugaciones se extienden por todos sus espesores respectivos en la dirección x. Las corrugaciones formadas en un lado presentan, 50 por ejemplo, la forma de un canal que se extiende longitudinalmente en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de dicho lado (dirección y) y presentan una sección rectangular en el plano yz.

De manera ventajosa, al menos uno de los lados del marco comprende unas corrugaciones que se extienden por todo su espesor.

55 Las figuras 4A, 4B y 5 ilustran, mediante unos gráficos, la mejora de los rendimientos de una bocina en banda C debido a la presencia de una rejilla de acuerdo con la invención con respecto a la misma bocina no provista de rejilla, y con respecto a la misma bocina provista de una rejilla simple (sin corrugaciones).

En los gráficos de las figuras 4A y 4B, las amplitudes A, en dB, de las componentes de copolarización y de

polarización cruzada del campo eléctrico de una onda electromagnética se trazan en función del ángulo de elevación ϕ , y para una única frecuencia. El ángulo de elevación corresponde al ángulo formado entre el eje z y la dirección de propagación de la onda electromagnética. Tradicionalmente, interesan esencialmente los ángulos de elevación comprendidos entre 0° y 30 a 40°. En el gráfico de la figura 4A, una curva 41 representa la amplitud de la componente de copolarización para una bocina sin rejilla, una curva 42 representa la amplitud de la componente de polarización cruzada para una bocina sin rejilla, y una curva 43 representa la amplitud de la componente de polarización cruzada para una bocina provista de una rejilla simple. En el gráfico de la figura 4B, se reproducen las curvas 41 y 42, y una curva 44 representa la amplitud de la componente de polarización cruzada para una bocina provista de una rejilla que consta de unas corrugaciones de acuerdo con la invención. Las figuras 4A y 4B muestran unos máximos de amplitud de la componente de polarización cruzada sustancialmente 30 dB por debajo del máximo de amplitud de la componente de copolarización para una bocina sin rejilla, 35 dB para una bocina provista de una rejilla simple y 45 dB para una bocina provista de una rejilla de acuerdo con la invención.

En el gráfico de la figura 5, los máximos de amplitud $A_{\text{máx}}$ de las componentes de polarización cruzada del campo eléctrico de una onda electromagnética para un ángulo de elevación comprendido entre -10° y +10° se trazan en función de la frecuencia f. Estos máximos de amplitud se consideran en decibelios con respecto al máximo de amplitud de la componente de copolarización calculada para un ángulo de elevación comprendido entre -180° y +180°, es decir en la esfera total de radiación de la onda. Una curva 51 representa el máximo de amplitud, para un ángulo de elevación comprendido entre -10° y +10°, de la componente de polarización cruzada para una bocina sin rejilla. Una curva 52 representa este máximo para un ángulo de elevación comprendido entre -10° y +10° y para una bocina provista de una rejilla simple, y una curva 53 representa este máximo para un ángulo de elevación comprendido entre -10° y +10° y para una bocina provista de una rejilla que consta de unas corrugaciones. La más baja atenuación de la componente de polarización cruzada en la banda de frecuencias de funcionamiento para una bocina provista de una rejilla de acuerdo con la invención es sustancialmente igual a -44 dB, mientras que esta es sustancialmente igual a -40 dB para una bocina provista de una rejilla simple y de -34 dB para una bocina sin rejilla.

La rejilla corrugada de acuerdo con la invención también presenta la ventaja de mejorar la relación de onda estacionaria en aproximadamente entre 1 y 5 dB, así como la ganancia de la bocina en algunas decenas de decibelios. Permite obtener unos máximos de amplitud de la componente de polarización cruzada 40 dB por debajo de los máximos de amplitud de la componente de copolarización con unas bocinas piramidales.

En el ejemplo de las figuras 2, 3A y 3B, la bocina 20 es piramidal, es decir que consta de un tramo 12 cuyas dimensiones en el plano transversal aumentan linealmente a lo largo del eje de propagación de la onda electromagnética. No obstante, la invención se aplica a cualquier otra forma de bocina, en particular las bocinas denominadas "trifurcated" y las bocinas corrugadas.

Por otra parte, una bocina de acuerdo con la invención puede comprender una multitud de rejillas además de la rejilla 21 dispuesta cerca de la abertura 14 de la bocina 20. Estas rejillas adicionales también presentan unas corrugaciones en sus láminas y/o en los bordes de su marco. Las rejillas están, por ejemplo, distanciadas regularmente las unas de las otras (de dos en dos) por una distancia comprendida entre la longitud de onda λ_0 y una octava parte de esta longitud de onda. Las rejillas adicionales pueden ser idénticas o no a la rejilla 21.

La figura 6 representa una forma particular de realización de una guía de onda de acuerdo con la invención. La bocina 30 se diferencia de la bocina 20 de la figura 2 en que el marco 310 de la rejilla 31 comprende unas partes salientes 320 que se extienden en un plano xy, es decir en un plano ortogonal al eje z. Estas partes salientes 320 están, por ejemplo, dispuestas en los lados de menor tamaño del marco 310, como se presenta en la figura 6. Sin embargo, las partes salientes también se pueden disponer por todo el contorno del marco 310, o únicamente en los lados de mayor tamaño. Por otra parte, las partes salientes pueden extenderse bien hacia el interior del marco 310, o bien hacia el exterior, como se representa en la figura 6. Las partes salientes pueden, por ejemplo, asemejarse a unos dientes de sierra o a unos huecos rectangulares.

En la realización de las figuras, las láminas se extienden longitudinalmente en la dirección sustancialmente paralela al eje x. La posición y las dimensiones de las corrugaciones se definen de acuerdo con y/o con respecto a este eje. Dicho de otro modo, la dirección longitudinal de las láminas forma un ángulo inferior a 0,05° con el eje x alrededor del eje z.

En una variante ventajosa, las láminas se extienden longitudinalmente en una dirección que forma con el eje x, alrededor del eje z, un ángulo al menos igual a 0,05° y comprendido entre 0,05 y 5°. En este caso, se define la posición (por ejemplo la separación entre las corrugaciones) y las dimensiones de las corrugaciones (por ejemplo su anchura) de acuerdo con y/o con respecto a la dirección longitudinal de las láminas. En algunos casos prácticos, esta forma de realización permite obtener de manera ventajosa una mejor atenuación de las componentes de polarización cruzada que se extienden en el eje x.

En estas dos formas de realización, dado que el ángulo formado entre la dirección longitudinal de las láminas y el eje x es como máximo igual a 5°, se admite y se dice que las láminas se extienden globalmente de forma longitudinal a lo largo del eje x.

- Las láminas forman globalmente unos paralelepípedos rectángulos que presentan un lado que se extiende en la dirección z.
- Se han descrito previamente unas formas de realización en las cuales la profundidad de las corrugaciones, la separación entre las corrugaciones o la altura de la lámina son iguales a una fracción (el cuarto o la mitad) de la longitud de onda de la frecuencia central. De manera alternativa, estas dimensiones y posición son iguales a una fracción (el cuarto o la mitad) de la longitud de onda de una frecuencia comprendida en la banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda.

5

REIVINDICACIONES

1. Guía de onda que comprende un tramo (12) en forma de bocina, una entrada (13), una abertura (14) y una rejilla (21) dispuesta cerca de la abertura (14), estando al menos una onda electromagnética de polarización lineal adaptada para propagarse entre la entrada (13) y la abertura (14) según un primer eje (z), comprendiendo la rejilla (21) un marco (210) que rodea un conjunto de láminas (211-213) que se extienden longitudinalmente y de forma continua desde un primer lado corto (250a) del marco hasta un segundo lado corto (250b) del marco, de tal modo que forma un filtro de polarización lineal que atenúa la componente de polarización cruzada del campo eléctrico de la onda electromagnética, siendo dicha componente de polarización cruzada ortogonal a un segundo eje (y) ortogonal al primer eje (z), estando la guía de onda (20) **caracterizada porque** las láminas (211-213) comprenden unas corrugaciones (22) dimensionadas y situadas de tal modo que refuerzan la atenuación de dicha componente de polarización cruzada.
- 5 2. Guía de onda de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual las corrugaciones (22) son unas ranuras rectangulares abiertas en la dirección contraria a la entrada (13) de la guía de onda (20).
- 10 3. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 y 2, en la cual las corrugaciones (22) tienen unas dimensiones que varían según su posición a lo largo de la dirección según la cual las láminas se extienden longitudinalmente entre el primer y el segundo lado corto del marco, en función de la frecuencia del campo eléctrico de la onda electromagnética que presenta localmente la mayor amplitud en las corrugaciones respectivas (22).
- 15 4. Guía de onda de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3, en la cual la profundidad (h1-h4) de las ranuras (22) es sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a la frecuencia del campo eléctrico que presenta localmente la mayor amplitud en las ranuras respectivas (22), y que está orientado esencialmente a lo largo del segundo eje (y).
- 20 5. Guía de onda de acuerdo con las reivindicaciones 2 y 3, en la cual la profundidad (h1-h4) de las ranuras (22) es sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a una frecuencia de una banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda, presentando la onda electromagnética emitida en dicha banda de frecuencias de funcionamiento un campo eléctrico orientado esencialmente a lo largo del segundo eje (y).
- 25 6. Guía de onda de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en la cual cuanto más alta es la frecuencia que presenta localmente la mayor amplitud, más reducida es la anchura (e1-e4) de las ranuras (22).
- 30 7. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la cual la separación entre dos corrugaciones (22) adyacentes en la dirección según la cual las láminas se extienden longitudinalmente es sustancialmente igual a una cuarta parte de la longitud de onda que corresponde a la frecuencia del campo eléctrico de la onda electromagnética que presenta localmente la mayor amplitud en las ranuras respectivas (22).
- 35 8. Guía de onda de acuerdo con la reivindicación anterior, en la cual la separación entre dos corrugaciones (22) adyacentes en la dirección según la cual las láminas se extienden longitudinalmente es sustancialmente igual a la cuarta parte de la longitud de onda correspondiente a una frecuencia de una banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda, presentando la onda electromagnética emitida en dicha banda de frecuencias de funcionamiento un campo eléctrico orientado sustancialmente a lo largo del segundo eje (y).
- 40 9. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la cual el marco (210) comprende unas corrugaciones (22).
10. Guía de onda de acuerdo con la reivindicación anterior, en la cual el marco comprende unas corrugaciones que se extienden por todo el espesor de al menos un lado del marco en una dirección perpendicular al primer eje (z).
- 45 11. Guía de onda de acuerdo con la reivindicación anterior, en la cual el marco comprende unas corrugaciones que se extienden por todo el espesor de al menos un lado del marco a lo largo del segundo eje (y) y/o unas corrugaciones que se extienden por todo el espesor de al menos un lado del marco a lo largo de un tercer eje (x) ortogonal al primer eje (z) y al segundo eje (y).
12. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en la cual las corrugaciones (22) están alineadas por conjuntos (221, 222A-222B, 223A-223B, 224A-224B) a lo largo del segundo eje (y), presentando las corrugaciones (22) de un mismo conjunto las mismas dimensiones.
- 50 13. Guía de onda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual las láminas se extienden longitudinalmente en una dirección sustancialmente paralela a un tercer eje (x) ortogonal al segundo eje (y) y ortogonal al primer eje (z).
14. Guía de onda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual las láminas se extienden longitudinalmente en una dirección que forma, con un tercer eje (x) ortogonal al segundo eje (y) y ortogonal al primer eje (z), un ángulo comprendido entre $0,05^\circ$ y 5° alrededor del primer eje (z).
15. Guía de onda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual la guía de onda está

diseñada para funcionar en una banda de frecuencias de funcionamiento, presentando las láminas una altura a lo largo de un eje z sustancialmente igual a la mitad de una longitud de onda correspondiente a una frecuencia comprendida en la banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda.

- 5 16. Guía de onda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la cual la rejilla (21) está dispuesta a una distancia no nula de la abertura (14) de la guía de onda (20) a lo largo del primer eje (z).
17. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una rejilla adicional, encontrándose las rejillas separadas de dos en dos a lo largo del primer eje (z) por una distancia comprendida entre la longitud de onda que corresponde sustancialmente a una frecuencia central de una banda de frecuencias de funcionamiento de la guía de onda (20) y la octava parte de esta longitud de onda.
- 10 18. Guía de onda de acuerdo con la reivindicación anterior, en la cual una o varias rejillas adicionales se sitúan en paralelo a la rejilla (21) dispuesta cerca de la abertura (14).
19. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 a 18, en la cual una o varias rejillas adicionales comprenden cada una unas corrugaciones.
- 15 20. Guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones 17 a 19, en la cual cada rejilla adicional es sustancialmente idéntica a la rejilla (21) dispuesta cerca de la abertura (14).
21. Antena de satélite que comprende una guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.
22. Procedimiento de prueba de un equipo de radiofrecuencia en el cual se utiliza una guía de onda de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 20.

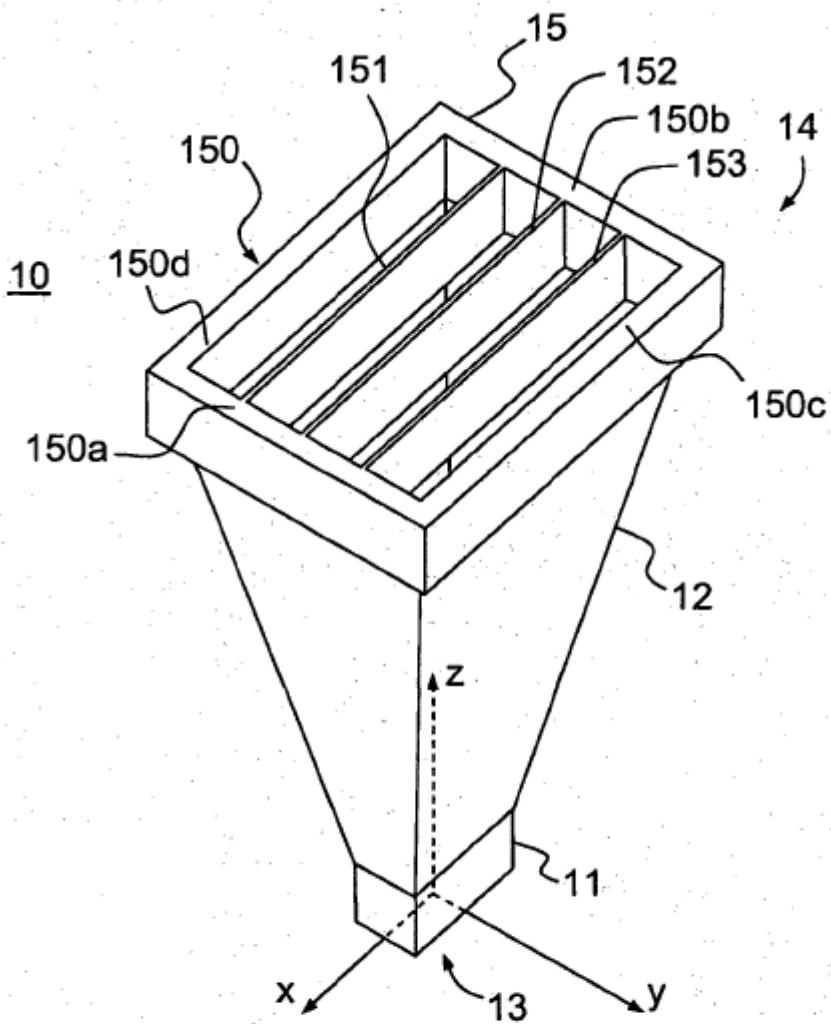


FIG.1

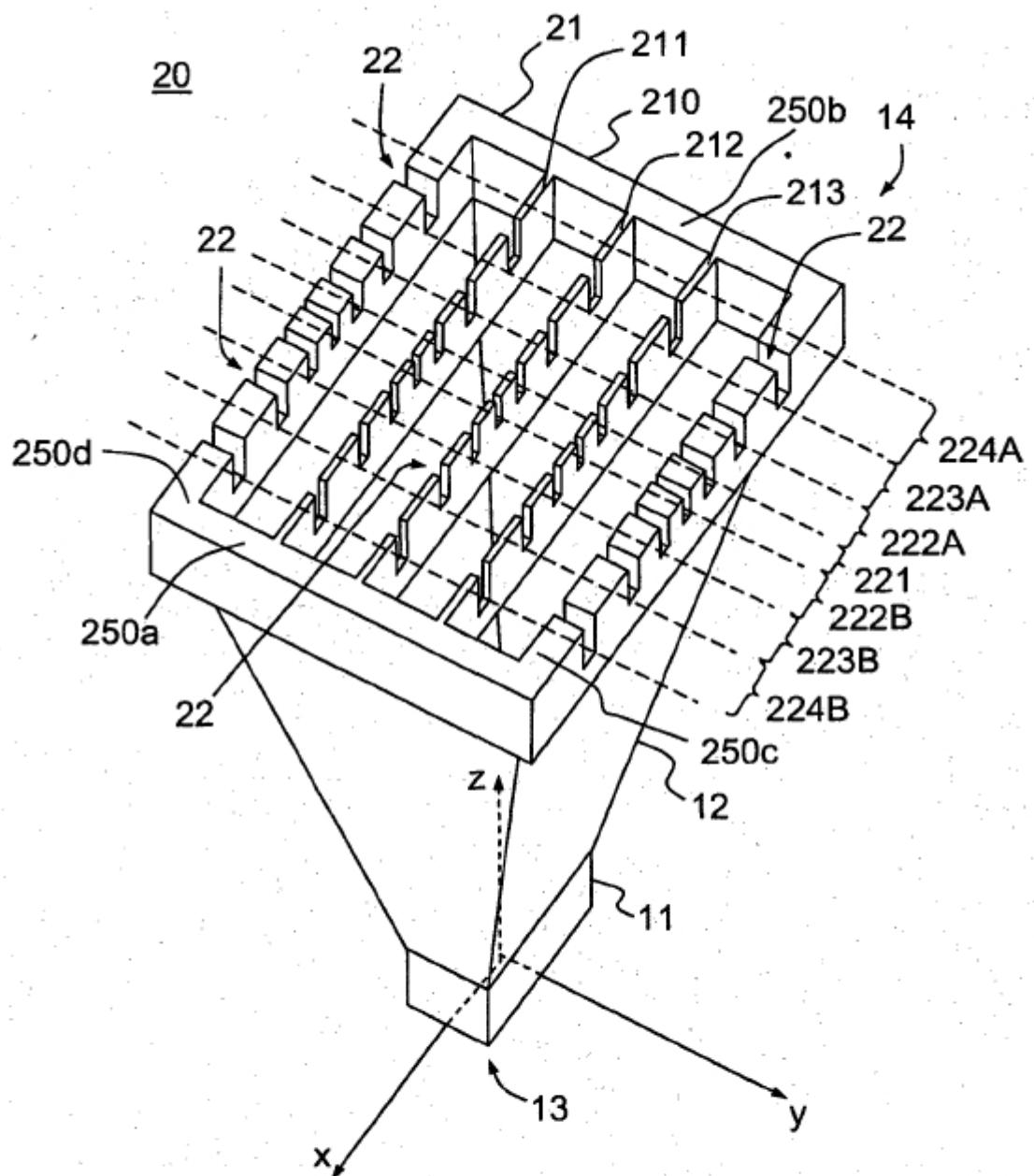
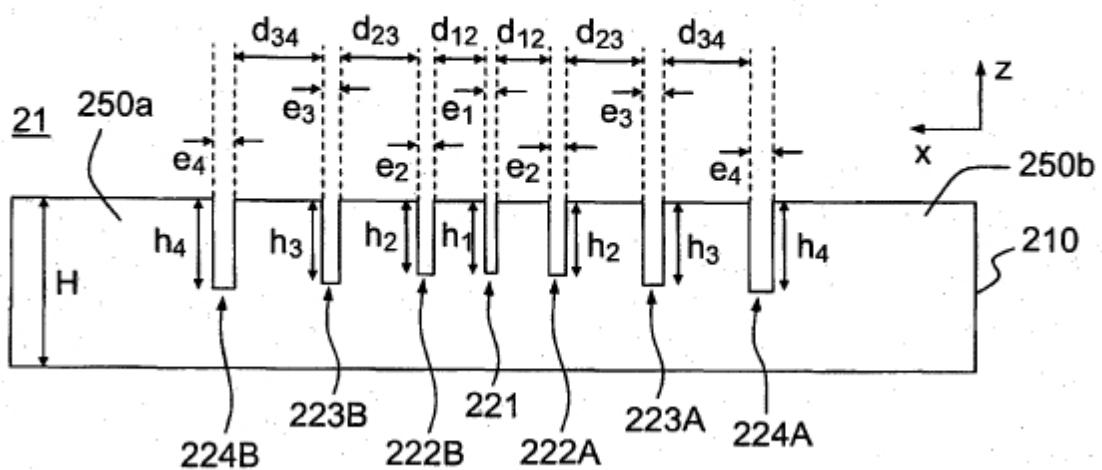
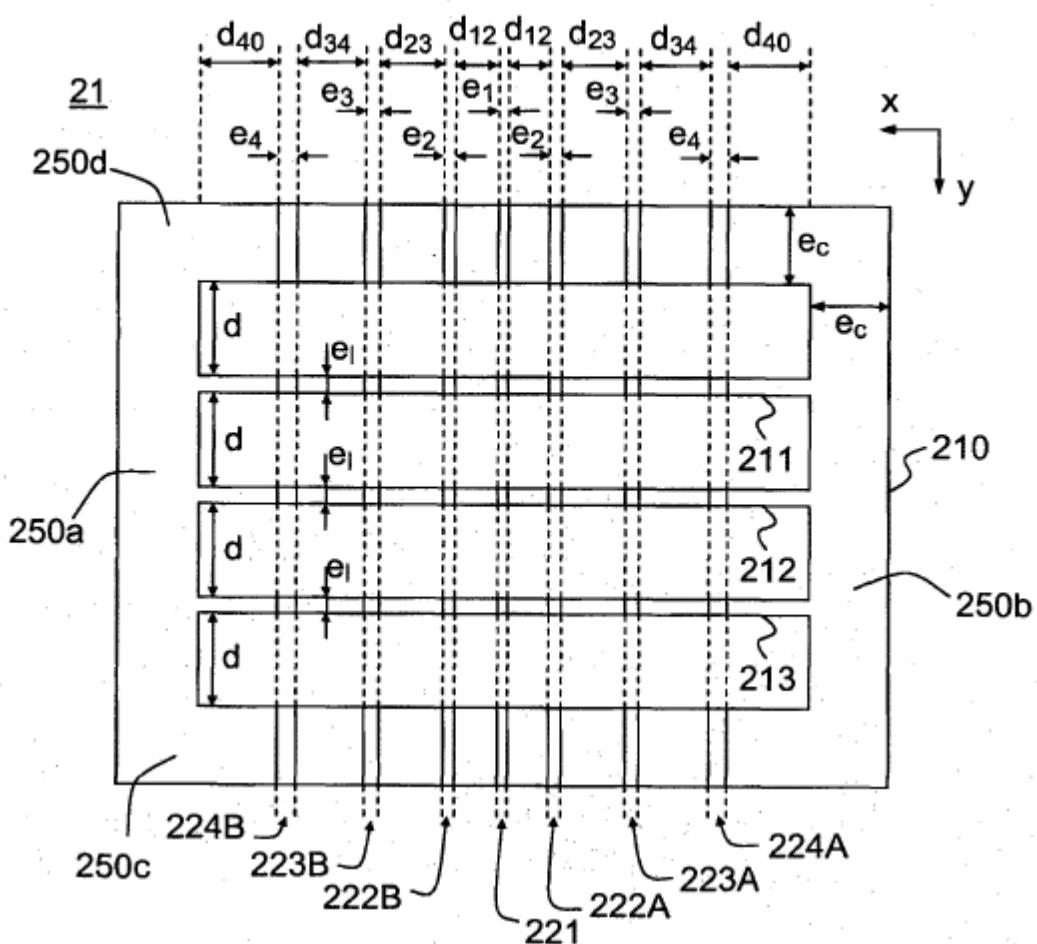


FIG.2



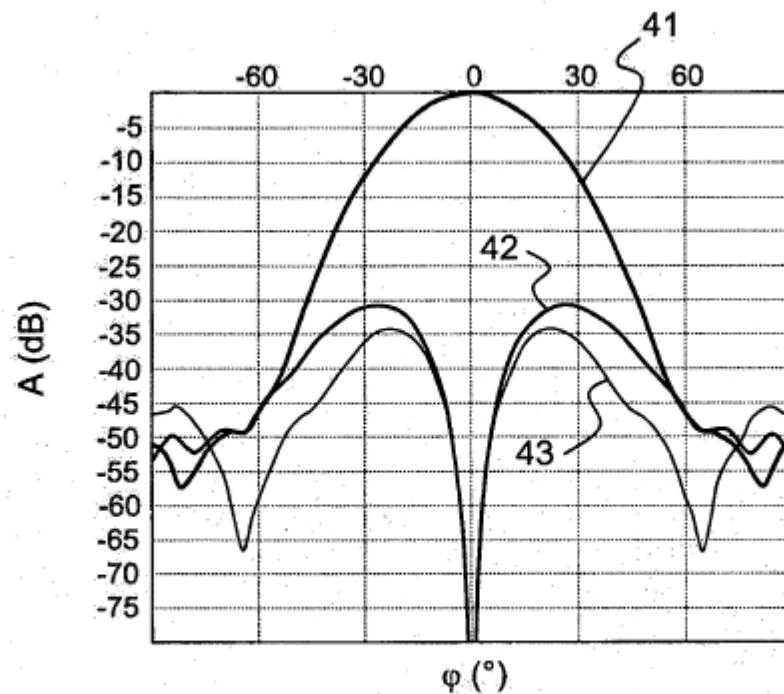


FIG.4A

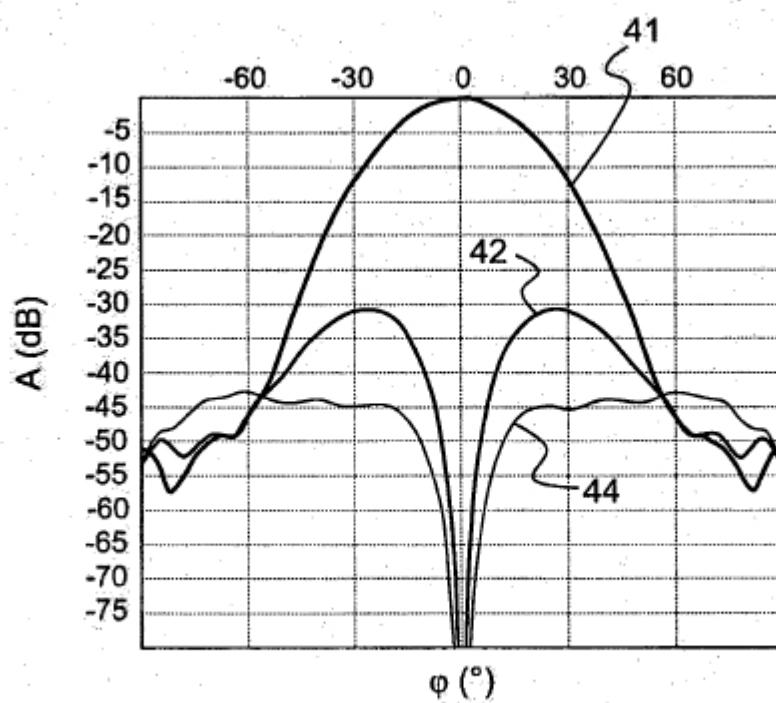


FIG.4B

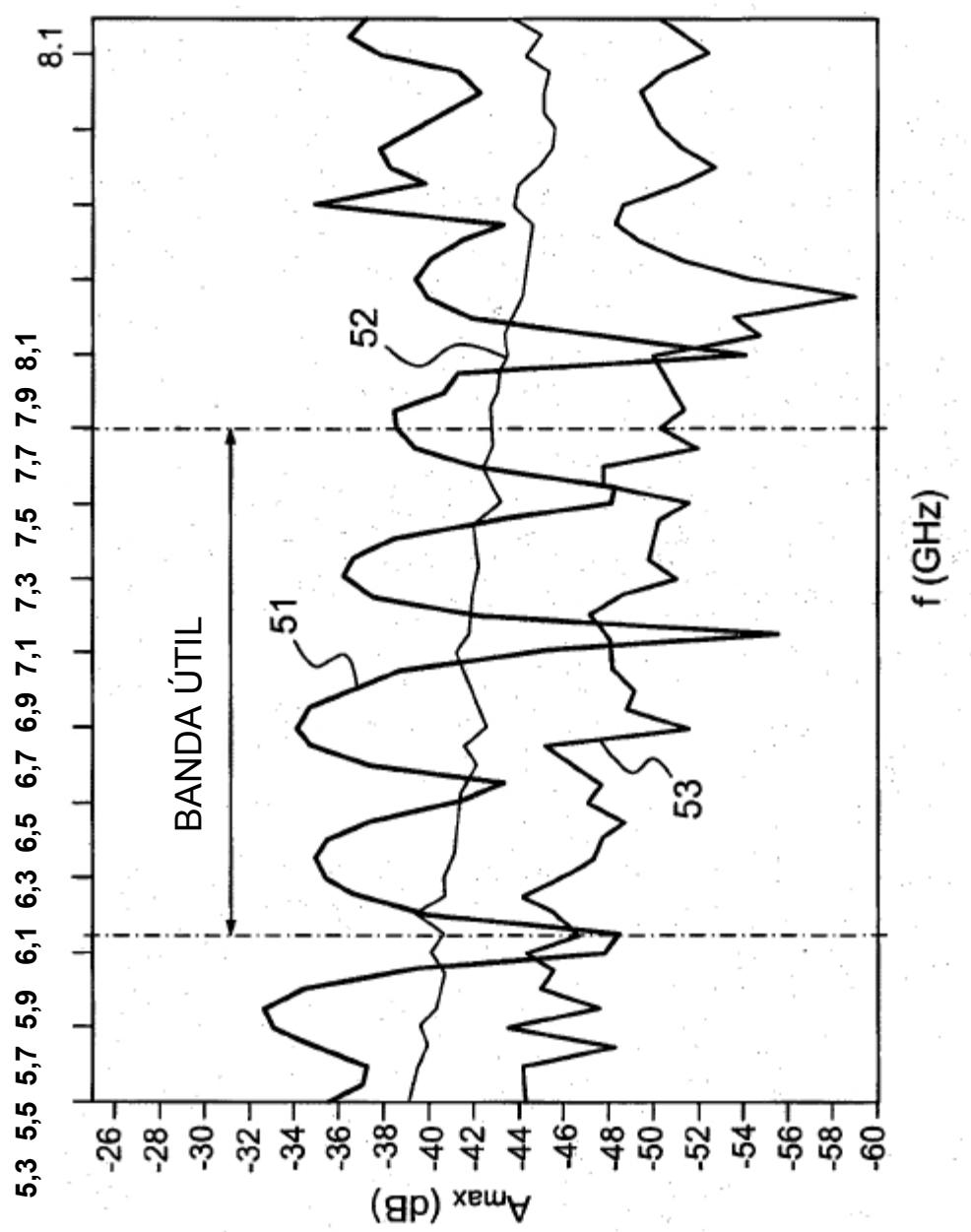


FIG.5

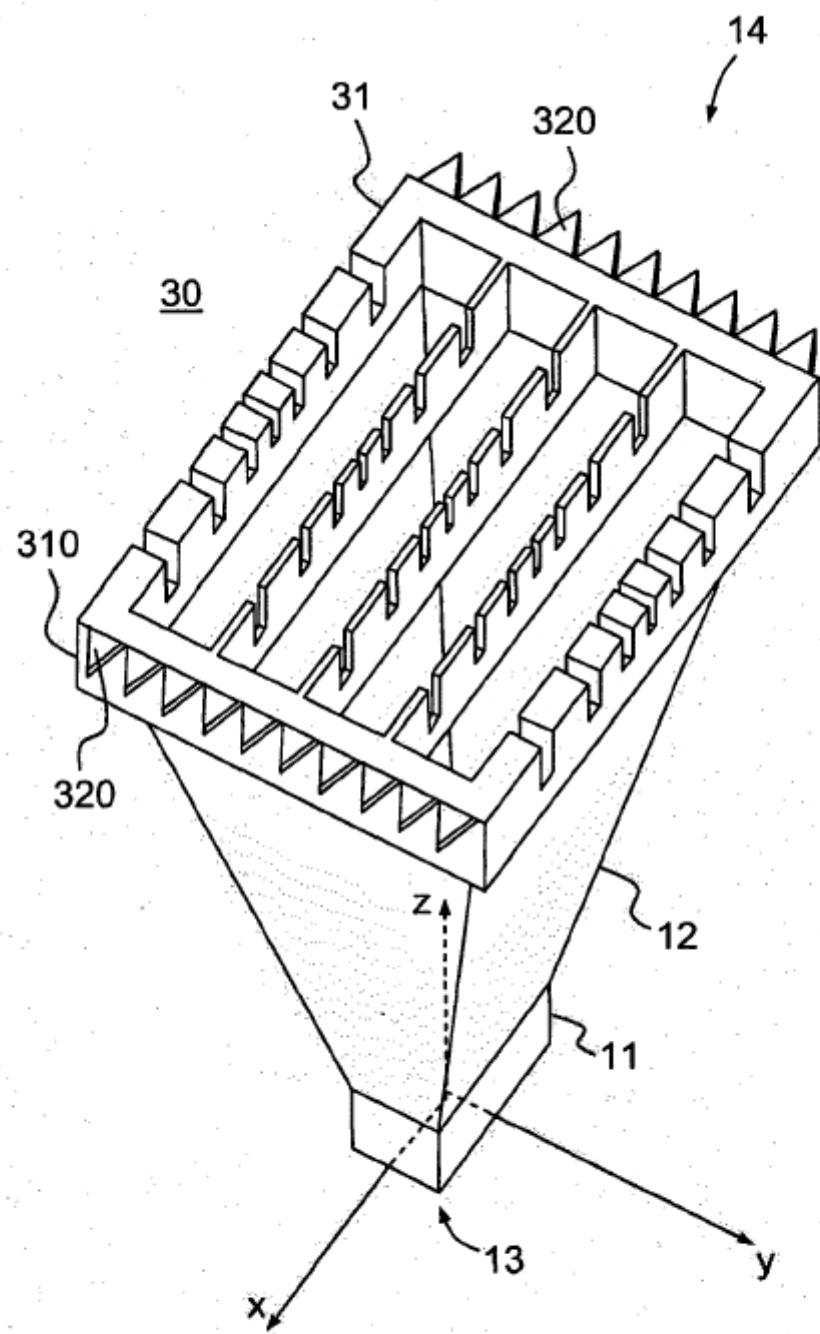


FIG.6