

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 269**

51 Int. Cl.:

H01Q 19/08 (2006.01)
H01Q 21/06 (2006.01)
H01Q 21/28 (2006.01)
H01Q 13/22 (2006.01)
H01Q 13/02 (2006.01)
H01Q 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.01.2013** **PCT/IB2013/050567**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014** **WO14080298**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.01.2013** **E 13707719 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019** **EP 2923415**

54 Título: **Antena de guía de onda ranurada polarizada circularmente**

30 Prioridad:

22.11.2012 TR 201213546

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.07.2020

73 Titular/es:

**ASELSAN ELEKTRONIK SANAYI VE TICARET
ANONIM SIRKETI (100.0%)
Mehmet Akif Ersoy Mahallesi 296.cadde, No: 16,
Yenimahalle
06370 Ankara, TR**

72 Inventor/es:

**DOGAN, DOGANAY y
TOP, CAN BARIS**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 773 269 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Antena de guía de onda ranurada polarizada circularmente

Campo de la invención

5 Esta invención está relacionada con antenas de guía de onda ranuradas que pueden recibir y transmitir ondas electromagnéticas con polarización circular.

Estado de la técnica

10 Los arreglos de antena de guía de onda ranuradas polarizadas circularmente que transmiten y reciben de manera direccional, se realizan utilizando ranuras que no permiten el control de la distribución de amplitud de apertura u otros tipos de ranuras que son muy difíciles de fabricar, especialmente a altas frecuencias. Cuando no hay control sobre la distribución de amplitud de apertura del arreglo, todos los elementos se excitan con amplitudes iguales y esto hace que el nivel del lóbulo lateral en la zona lejana de la antena sea alto. También es posible obtener polarización circular agregando una estructura polarizante a una antena polarizada linealmente. Sin embargo, las pérdidas debidas al polarizador disminuyen la eficiencia de la antena.

15 En el documento de patente KR100686606, se utilizan ranuras que se abren en las esquinas de las guías de onda que excitan la cavidad en el lado superior. En el lado superior de las cavidades, se coloca un polarizador basado en PCB (placa de circuito impreso). Como los parámetros de la ranura son fijos, la excitación de las ranuras no es posible. Por lo tanto, la invención en el documento de patente KR100686606 no permite el control de la distribución de amplitud del arreglo.

20 En el documento de patente US2007273599, se usa guía de onda de extremo abierto que es alimentada por guías de onda y esta invención no permite el control de la distribución de amplitud de apertura.

25 En el documento de patente US2008266195, las ranuras de antena están talladas en la pared ancha de guía de onda con un ángulo de 45° y con un desplazamiento fijo desde la línea central de la guía de onda. Las estructuras elípticas en las que se irradian las ranuras se utilizan para suprimir los lóbulos de rejilla. Los lóbulos de rejilla son diferentes a los lóbulos laterales y aparecen debido a la gran separación entre elementos en los arreglos de antenas. La supresión de lóbulos de rejilla no afecta el nivel del lóbulo lateral de la antena y no se menciona la reducción del nivel del lóbulo lateral en el documento.

30 En el documento de patente US2008/117114 A1 se proporciona una alimentación de RF que está estructurada como un reflector curvo acoplado a una pared lateral de una cavidad de guía de onda. Una fuente de radiación está situada frente al reflector curvo. La alimentación de RF se puede acoplar a una cavidad de guía de onda que tiene elementos de radiación acoplados a la superficie superior de la misma, para alimentar de ese modo un arreglo de antena. Cuando se usa un arreglo de antena, se pueden usar varias alimentaciones de RF de reflector curvo, que operan en la misma o diferentes frecuencias.

El documento GB 507473 A y el documento US 2006/164315 A1 también divulga algunas antenas.

Objetivos para el desarrollo de la invención

35 El objetivo de esta invención es permitir la reducción del nivel del lóbulo lateral de la zona lejana de un arreglo de antena de guía de onda ranurada polarizada circularmente sin sacrificar la eficiencia de la radiación.

Resumen de la invención

La realización de una antena de guía de onda ranurada polarizada circularmente, para lograr los objetivos de la invención se muestra en las figuras:

40 Figura 1. Vista en perspectiva de la antena.

Figura 2. Vista de corte de la antena.

Figura 3. La vista en perspectiva de la estructura de la antena que tiene la guía de onda de polarización y una sola ranura.

Las partes en las figuras están numeradas de la siguiente manera:

- 45
1. Antena
 2. Guía de onda de sección transversal rectangular
 3. Ranura
 4. Segunda guía de onda

Ø. Segundo ángulo de colocación de la guía de onda

La antena de guía de onda ranurada polarizada circularmente que es el objeto de esta invención (1) comprende básicamente:

- Al menos una guía de onda (2) de sección transversal rectangular en la que está tallada al menos una ranura (3),
- Al menos una guía de onda (4) secundaria que se coloca en la parte superior de la superficie de la guía de onda (2) de sección transversal rectangular en la que están talladas las ranuras (3),

La antena de guía de onda ranurada polarizada circularmente que es el tema de esta invención comprende una guía de onda (2) de sección transversal rectangular en la cual las ranuras (3) están talladas y que excita las ranuras (3), ranuras (3) que son talladas en la guía de onda (2) rectangular, guía de onda (4) secundaria que se coloca en la parte superior de la guía de onda (2) rectangular colocada con un ángulo (θ) definido con respecto a las ranuras (3).

En la guía de onda (2) rectangular, el modo TE₁₀ excita las ranuras (3). La distribución de campo creada en las ranuras (3) excita la guía de onda (4) secundaria. El hecho de que la guía de onda (4) secundaria se coloque con un ángulo (θ) hace que se exciten los modos TE₁₀ y TE₀₁. Para obtener polarización circular, estos dos modos deben excitarse con amplitudes iguales y deben tener una diferencia de fase de 90° entre ellos.

El parámetro que controla la relación de amplitud de excitación de los dos modos es el ángulo (θ) de colocación de la guía de onda (4) secundaria. Dado que no existe una expresión analítica que relacione la relación de amplitud de excitación con el ángulo (θ) de colocación de la guía de onda (4) secundaria, el ángulo (θ) que causa la excitación de los modos TE₁₀ y TE₀₁ con amplitudes iguales se determina usando simulaciones electromagnéticas numéricas. El valor determinado es generalmente entre 40° y 50°.

Para obtener la polarización circular, la diferencia de fase entre los modos TE₁₀ y TE₀₁ debe ser 90° ($\pi/2$ radianes). Si se supone que la diferencia de fase de los modos en la superficie de ranura (3) cpo, las expresiones de campo eléctrico modal a una distancia "d" de la superficie de ranura (3) descuidan los reflejos de la abertura en la sección superior de la guía de onda (4) secundaria están dadas por:

$$E_{TE_{10}} = E_0 e^{-j\beta_{10}d}$$

$$E_{TE_{01}} = E_0 e^{-j\phi_0} e^{-j\beta_{01}d}$$

En las ecuaciones anteriores,

β_{10} : constante de propagación en modo TE₁₀, β_{01} : constante de propagación en modo TE₀₁,

d: Altura de la guía de onda (4) secundaria (mostrada en las figuras).

Por lo tanto, la diferencia de fase a una distancia "d" de la ranura (3) viene dada por:

$$\phi_{TE_{10}} - \phi_{TE_{01}} = (\beta_{01} - \beta_{10})d + \phi_0$$

En la ecuación anterior,

$\phi_{TE_{10}}$: Fase del modo TE₁₀, $\phi_{TE_{01}}$: Fase del modo TE₀₁.

Las constantes de propagación se expresan como:

$$\beta_{10} = \pi \sqrt{\left(\frac{2f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{a}\right)^2}$$

$$\beta_{01} = \pi \sqrt{\left(\frac{2f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{b}\right)^2}$$

Para obtener la polarización circular, el valor de d: altura de la guía de onda (4) secundaria viene dado por:

$$d = \frac{\pi/2 - \phi_0}{\pi \left(\sqrt{\left(\frac{2f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{b}\right)^2} - \sqrt{\left(\frac{2f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{a}\right)^2} \right)}$$

5 En la ecuación anterior, a y b son las longitudes de los bordes de la sección transversal de la guía de onda (4) secundaria (mostrada en las figuras), c: velocidad de la luz en vacío f: frecuencia. Esta expresión descuida los reflejos en la apertura de la guía de onda (4) y, por lo tanto, es aproximada. Se puede obtener un valor más preciso mediante simulaciones electromagnéticas.

10 La sección transversal de la guía de onda (4) secundaria debe ser lo suficientemente estrecha como para evitar que se propaguen modos distintos de TE₁₀ y TE₀₁. El modo con la frecuencia de corte más baja después de TE₁₀ y TE₀₁ es el modo TE/TM₁₁. La frecuencia de corte del modo TE/TM₁₁, f_{c11} es:

$$f_{c11} = \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{b}\right)^2}}{2c}$$

Por lo tanto, la frecuencia utilizable más alta de la antena, $f_{\max}$ debería satisfacer:

$$f_{\max} < \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{b}\right)^2}}{2c}$$

15 Mediante la determinación de las longitudes de borde de la sección transversal de la guía de onda (4) secundaria y la altura de la guía de onda (4) secundaria con las fórmulas dadas, los modos TE₁₀ y TE₀₁ se desfasan 90° en la abertura de la guía de onda (4) secundaria. La distribución del campo eléctrico polarizado circularmente en la abertura de la guía de onda (4) secundaria irradia ondas polarizadas circularmente al espacio libre.

20 Si se desea tener polarizaciones elípticas de relaciones axiales arbitrarias en lugar de polarización circular, la diferencia de fase entre modos debe hacerse diferente de 90°. En este caso, las dimensiones de la guía de onda (4) secundaria deben elegirse de manera diferente a los valores dados con una diferencia de fase de 90°.

25 La amplitud y fase de excitación de la ranura (3) se controla cambiando la longitud de la ranura (3) y cambiando la distancia entre la ranura (3) y la línea central de la guía de onda (2) como se conoce a partir de la literatura. Además, dependiendo de la amplitud y fase de excitación, las ranuras (3) pueden modelarse como admisiones de derivación para la guía de onda (2) de sección transversal rectangular. Aprovechando este hecho, la distribución de amplitud en las aberturas de los arreglos diseñados puede controlarse fácilmente. Esto conduce a un nivel bajo del lóbulo lateral y a un bajo nivel de polarización cruzada en el arreglo de antena de guía de onda ranurada.

Es posible crear un arreglo de antena lineal colocando guías (4) de onda secundarias en la guía de onda (2) rectangular en la que está tallada un arreglo lineal de ranuras. Los parámetros de cada ranura pueden ajustarse para obtener una distribución de amplitud deseada en la abertura.

30 También es posible utilizar una pluralidad de arreglos de antenas lineales para crear arreglos de antenas cilíndricas planas y circulares.

En una realización, en lugar de una guía de onda (2) de sección transversal rectangular, se pueden usar guías de onda de sección transversal circular, elíptica u otra con o sin bordes.

En una realización, la sección transversal de la guía de onda secundaria es elíptica.

35 La antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente que es el tema de esta invención está irradiando ondas polarizadas circularmente sin requerir una capa polarizadora adicional. Esto permite una construcción totalmente metálica que minimiza las pérdidas óhmicas y aumenta la eficiencia de la antena.

Dentro del marco de estos conceptos básicos, es posible desarrollar una amplia variedad de realizaciones de la antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente inventiva. La invención no puede limitarse a los ejemplos descritos aquí y es esencialmente como se define en las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente comprende,

- Al menos una guía de onda (2) en la que al menos una ranura (3) está tallada y caracterizada por,

- Al menos una guía de onda (4) secundaria colocada en la cara de la guía de onda (2) en la que está tallada la ranura (3), que se coloca en la ranura (3) con un ángulo ($\emptyset$) que está entre la ranura (3) mencionada y la guía de onda (4) para que los modos TE₁₀ y TE₀₁ estén excitados dentro de la guía de onda (4) secundaria con amplitudes de los modos TE₁₀ y TE₀₁ iguales o casi iguales, para guiar la radiación que emana de la ranura (3).

2. Una antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente como en la reivindicación 1, que se caracteriza por una guía de onda (4) secundaria cuya altura d satisface la siguiente igualdad, mientras que ϕ_0 es la diferencia de fase de los modos TE₁₀ y TE₀₁ en la superficie de ranura (3), f es la frecuencia, c es la velocidad de la luz en el vacío, a y b son las longitudes de los bordes de la sección transversal de la guía de onda (4) secundaria;

$$d = \frac{\pi/2 - \phi_0}{\pi \left(\sqrt{\left(\frac{2f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{b}\right)^2} - \sqrt{\left(\frac{2f}{c}\right)^2 - \left(\frac{1}{a}\right)^2} \right)}$$

3. Una antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente como en la reivindicación 1, que se caracteriza por una guía de onda (4) secundaria cuyas longitudes de borde de sección transversal a y b satisfacen la siguiente desigualdad, mientras que $f_{\max}$ es la frecuencia más alta utilizable y c es la velocidad de la luz en vacío:

$$f_{\max} < \frac{\sqrt{\left(\frac{1}{a}\right)^2 + \left(\frac{1}{b}\right)^2}}{2c}$$

4. Una antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente como en la reivindicación 1, que se caracteriza por una guía de onda de sección transversal arbitraria como circular, elíptica o rectangular, etc., con o sin crestas dentro de la guía de onda (2).

5. Una antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente como en la reivindicación 1, que se caracteriza por la sección transversal de la guía de onda (4) secundaria es elíptica.

6. Un arreglo de antena (1) de guía de onda ranurada circularmente polarizada que se caracteriza por una pluralidad de ranuras (3) talladas en una guía de onda (2) rectangular como en la reivindicación 1 y una pluralidad de guías (4) de onda secundarias colocadas en la guía de onda (2) rectangular tal que las ranuras (3) se irradiarán en las guías (4) de onda secundarias como en la reivindicación 1.

7. Un arreglo de antenas caracterizada por una pluralidad de arreglos de antena (1) de guía de onda ranurada polarizada circularmente como en la reivindicación 1 que están dispuestas para formar arreglos planos, circulares o cilíndricos.

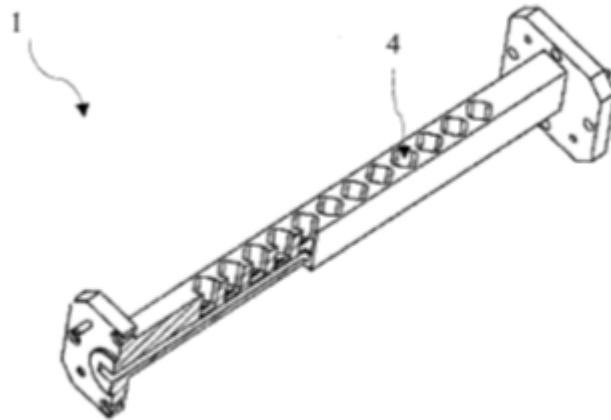


Figura 1

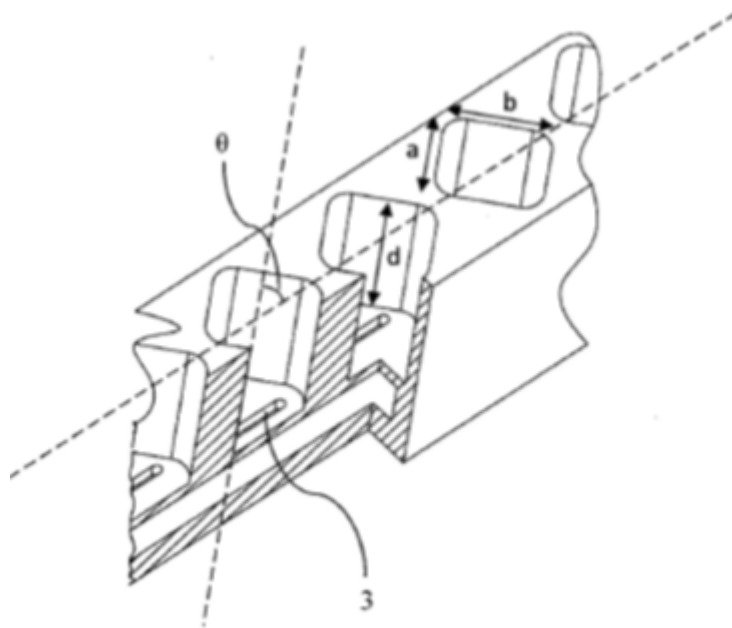


Figura 2

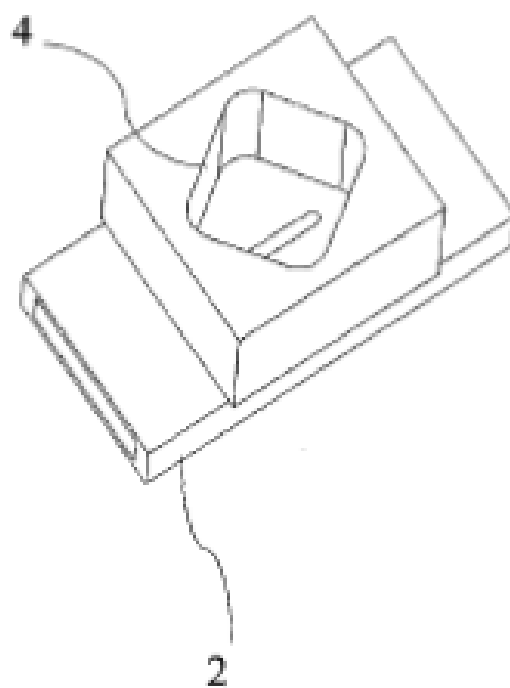


Figura 3