

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 385 951**

21 Número de solicitud: 200930859

51 Int. Cl.:

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 5/01 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

16.10.2009

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.08.2012

Fecha de la concesión:

04.06.2013

45 Fecha de publicación de la concesión:

14.06.2013

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID
PARQUE CIENTIFICO-LEGANES TECNOLOGICO
AVDA. GREGORIO PECES-BARBA, 1
28918 LEGANÉS (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**SEGOVIA VARGAS, Daniel;
GONZÁLEZ POSADAS, Vicente;
GARCÍA MUÑOZ, Luis Enrique;
HERRAIZ MARTÍNEZ, Francisco Javier;
MOYANO CARMONA, Francisco;
UGARTE MUÑOZ, Eduardo y
SANMARTÍN JARA, Juan**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

54 Título: **ANTENA APILADA MULTIFRECUENCIA CON METAMATERIALES.**

57 Resumen:

Antena apilada multifrecuencia con metamateriales basada en la combinación de estructuras apiladas de bajo factor de calidad Q (12, 14) y elevado ancho de banda, con estructuras metamateriales de muy alto Q , donde el parche inferior (12) puede situarse sobre un sustrato (23) de espesor h_2 , que a su vez, se encuentra situado sobre un plano de masa (22). El parche superior (14) se puede situar sobre un sustrato de espesor h_1 , el parche inferior (12) hace las funciones de plano de masa del parche superior (14); al parche inferior (12) se acopla una o varias partículas metamateriales (15) de alto Q . De modo que se obtienen anchos de banda moderados y ajustables a las distintas bandas de frecuencias, mejorando los resultados obtenidos con los diseños anteriores.

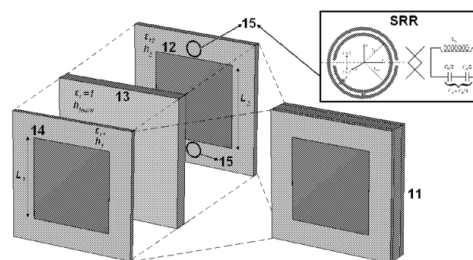


Figura 1

ES 2 385 951 B1

DESCRIPCIÓN

Antena parche multifrecuencia con metamateriales.

La presente invención se refiere a una configuración de antena apilada que permite obtener antenas que operan en múltiples bandas de frecuencia separadas entre sí. Cada una de ellas presenta un elevado ancho de banda de forma que cada banda de frecuencias puede ser asignada a un servicio de telecomunicaciones.

ESTADO DE LA TÉCNICA

[0001] La proliferación y demanda por parte del gran público de multitud de servicios de telecomunicaciones y de valor añadido conlleva la utilización de antenas que sean capaces de cubrir los servicios solicitados.

[0002] Para resolver esta problemática se utilizan básicamente dos tipos de antenas: antenas de banda ancha y antenas resonantes con parásitos o ajustables electrónicamente. Las primeras presentan como principal inconveniente las interferencias debido a los grandes anchos de banda, mientras que las segundas pueden presentar anchos de banda demasiado reducidos dependiendo del tipo de parásito empleado.

[0003] Dentro de esta última tendencia se han desarrollado antenas multifrecuencia planares o de bajo perfil, básicamente las antenas tipo F, F invertidas, y parches. Son estos últimos los que se utilizan con mayor frecuencia por su sencillez y comodidad. No obstante, dependiendo de la aplicación, se utilizan las antenas en F o F invertidas dado su mejor comportamiento en ancho de banda.

[0004] El problema que presentan estas estructuras es un diagrama de radiación diferente en cada una de las frecuencias de funcionamiento y un ancho de banda que, dependiendo de las aplicaciones, debe considerarse reducido.

[0005] En los últimos años, han surgido diseños basados en lo que se conoce como estructuras metamateriales. Los metamateriales se definen como unas estructuras electromagnéticas homogéneas y artificiales que poseen unas propiedades que no se encuentran en la naturaleza. Estas estructuras se implementan mediante la repetición periódica de partículas elementales.

[0006] Las antenas que incorporan metamateriales presentan el inconveniente del reducido ancho de banda obtenido, no válido para algunas aplicaciones, aunque en algunos diseños presente una sustancial reducción de tamaño.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0007] La presente invención busca resolver o reducir uno o más de los inconvenientes expuestos anteriormente mediante una antena parche apilada multifrecuencia como es definida en las reivindicaciones.

[0008] Un objeto de una realización es proporcionar una antena parche apilada multifrecuencia que comprende un parche inferior que se puede excitar mediante una sonda coaxial de alimentación que excita, a su vez, por radiación a un parche superior apilado, estando ambos parches separados mediante una capa de material cuya permitividad relativa ϵ_r es substancialmente igual a 1, capa de espuma, donde la característica de la permitividad de al menos una capa de material ligero, poroso de la antena puede ser modificada en función del ancho de banda de interés.

[0010] Otro objeto de la realización es proporcionar una antena de uso en sistemas de telecomunicaciones con interfaz aire, por ejemplo, vía radio con dos o más anchos de banda de frecuencia con, substancialmente, el mismo diagrama de radiación y con características radiantes elevadas.

[0011] Aun otro objeto de la realización es acoplar junto al parche superior dos partículas metamateriales conocidas como resonadores de anillo dividido, Split-Ring-Resonators SRRs. Estas partículas permiten eliminar una banda de frecuencia, dividiendo el ancho de banda total de la antena apilada en dos o más sub-bandas de frecuencia.

[0012] Alternativamente, la partícula metamaterial comprende al menos dos resonadores de anillo continuo. Las partículas metamateriales están apdadas para ser incluidas en las líneas planares de alimentación para constituir líneas filtrantes que conducen a una antena multifrecuencia y autodiplexada.

[0013] Otro objeto de la realización es proporcionar una antena de uso en sistemas de telecomunicaciones inalámbrico o vía radio con dos o más bandas de frecuencia con, substancialmente, el mismo diagrama de radiación y con elevada eficiencia, proporcionada por el parche apilado.

[0014] Aun otro objeto de la realización es proporcionar una antena cuyo proceso de diseño y fabricación sea sencillo, de bajo peso y de reducido tamaño y coste global.

[0015] El problema existente es, cara a los terminales de usuario, utilizar estructuras radiantes capaces de

funcionar en varias frecuencias y con anchos de banda capaces de soportar los distintos servicios.

[0016] Una realización de una antena apilada multifrecuencia con metamateriales que aprovecha las ventajas de los parches apilados y los metamateriales para la realización de una antena multifrecuencia resuelve los problemas anteriormente citados.

5 **[0017]** La solución está basada en la combinación de estructuras apiladas de bajo factor de calidad Q, y por tanto elevado ancho de banda, con estructuras metamateriales de muy alto Q.

[0018] De este modo se obtienen anchos de banda moderados y ajustables a las distintas bandas de frecuencias, mejorando los resultados obtenidos con los diseños anteriores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10 **[0019]** Una explicación más detallada de la invención se da en la siguiente descripción basada en las figuras adjuntas en las que:

[0020] la figura 1 muestra esquemáticamente en una vista en perspectiva vertical una antena apilada multifrecuencia con metamateriales de acuerdo a una realización,

15 **[0021]** la figura 2 muestra esquemáticamente en una vista en alzado la antena apilada multifrecuencia alimentada con una sonda coaxial de acuerdo a la realización,

[0022] la figura 3 muestra las líneas de campo eléctrico del parche apilado de acuerdo a una realización,

[0023] la figura 4 muestra el coeficiente de reflexión de un prototipo de antena apilada multifrecuencia con metamateriales de acuerdo a una realización

20 **[0024]** la figura 5 muestra los coeficientes de reflexión de distintas antenas apiladas multifrecuencia con partículas metamateriales de distinto tamaño de acuerdo a la realización, y

[0025] la figura 6 muestra los coeficientes de reflexión para distintas geometrías de los Split-Ring-Resonators SRRs.

MODO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

25 **[0026]** En relación con la figura 1 y 2, la antena 11 está formada por dos parches 12, 14 donde el parche inferior 12, de dimensiones $L_2 \times L_2$ sobre un sustrato de material plástico 23 de altura h_2 y permitividad ϵr_2 , a su vez situado sobre un plano de masa 22, y el parche superior 14, de dimensiones $L_1 \times L_1$ sobre un sustrato, también, de material plástico 24 de altura h_1 y permitividad ϵr_1 , el parche inferior 12 hace las funciones de plano de masa del parche superior 14. Ambos sustratos podrían estar separados por una capa de aire o un material ligero, poroso como un material de espuma 13 de altura h_{foam} .

30 **[0027]** Debido a los dos parches 12, 14, anteriormente citados, se obtienen dos resonancias, o frecuencias de funcionamiento. Estas resonancias se pueden ajustar en función de los parámetros L_1 , L_2 , h_1 , h_2 , h_{foam} , ϵr_1 y ϵr_2 hasta conseguir aproximarlas, de modo que se obtenga una antena 11 con un ancho de banda suficiente para cubrir toda la banda de interés.

35 **[0028]** Adicionalmente se pueden añadir al menos una pareja de partículas metamateriales 15, denominadas Split-Ring-Resonators SRRs, para que actúen como resonadores, bobina y condensador en paralelo. Estas partículas acopladas al parche inferior 12, permiten obtener una banda eliminada a la frecuencia de resonancia del SRR 15, que divide el ancho de banda total del parche apilado 11 en dos sub-bandas con un ancho de banda moderado en cada una de ellas.

40 **[0029]** En relación ahora a la figura 2, el parche inferior 12 es el elemento alimentado, en este caso por un medio de excitación eléctrico, por ejemplo, una sonda 21 coaxial, si bien cabe destacar que la alimentación puede realizarse utilizando otras tecnologías como líneas microstrip, líneas coplanares, ranuras o stripline en el plano de masa 22.

45 **[0030]** En relación con la figura 3, el mecanismo de radiación de la antena es el siguiente: el parche inferior 12 es excitado de manera convencional, por sonda, ranura, o línea microstrip como se acaba de mencionar y, éste, a su vez, excita al parche superior 14 por medio de la propia radiación electromagnética producida.

[0031] Para que este tipo de antenas 11 radie de forma eficiente, es necesario que el parche inferior 12 sea de menor tamaño que el parche superior 14, esto es: $L_1 \leq L_2$. En caso contrario, el parche superior 14 evitaría que el parche inferior 12 radiase, obteniéndose eficiencias de radiación muy bajas.

50 **[0032]** Las líneas de campo eléctrico que ilustran el mecanismo de radiación de la antena se muestra en la misma figura 3, donde se aprecia cómo en ambos parches 12, 14 se desborda campo y, por tanto, puede afirmarse

que están radiando de manera óptima.

[0033] En relación ahora con las figuras 4 y 5, se puede observarse que si la frecuencia del SRR 15 es tal que coincide con la banda de la antena apilada 11, se obtiene una banda eliminada a la frecuencia del SRR 15, tal y como puede apreciarse en la figura 4. Por lo tanto, en función de la frecuencia de resonancia del SRR 15, se puede obtener una banda eliminada a distintas frecuencias, lo que permite obtener antenas 11 de dos bandas con un ancho de banda moderado.

[0034] Además esta banda eliminada o notch se podría hacer sintonizable mediante la inserción de al menos un elemento ajustable electrónicamente como diodos varactores o tornillos ajustables próximos a los SRRs 15.

[0035] Estos tornillos, en función de su posición, introducen una perturbación que modifica ligeramente la frecuencia de resonancia de los SRRs 15, y por tanto la de la banda eliminada obtenida.

[0036] De este modo, ajustando la frecuencia de resonancia de la banda eliminada, se puede ajustar los anchos de banda de las dos bandas de la antena 11.

[0037] La frecuencia de la banda eliminada es función del tamaño, del ancho de las líneas y de la separación entre las líneas de la partícula metamaterial SRR 15.

[0038] En la figura 5 se muestran algunos resultados obtenidos para distintos tamaños de los SRR 15 y, por tanto, distinta frecuencia de resonancia.

[0039] En relación con la figura 6, donde se muestran los resultados para distintas geometrías de SRRs 15, puede apreciarse que la geometría circular es la que mejores resultados ofrece, ya que es la que introduce una banda eliminada más estrecha, obteniéndose dos bandas de frecuencia de mayor ancho de banda cada una. No obstante, puede generalizarse esta estructura para distintas estructuras resonantes. Del mismo modo, pueden emplearse distintas estructuras resonantes con frecuencias de resonancia distintas para conseguir más de dos bandas de funcionamiento.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Antena apilada multifrecuencia con metamateriales comprendiendo al menos dos parches (12, 14) donde un parche inferior (12) se puede situar sobre un sustrato de material plástico (23), a su vez, situado sobre un plano de masa (22), y un parche superior (14) se puede situar sobre un sustrato de material plástico 24 de altura h1, de manera que el parche inferior (12) hace las funciones de plano de masa del parche superior (12); ambos sustratos pueden estar separados por una capa de aire o un material ligero, poroso (13); caracterizada porque en el parche inferior (12) son acoplables al menos dos partículas metamaterial (15).
- 10 2. Antena de acuerdo a la reivindicación 1; caracterizada porque las partículas de metamaterial (15) en la forma de resonadores de anillo divididos que eliminan la banda de funcionamiento de la antena (11) están incluidas en la proximidad de los bordes exteriores del parche inferior (12).
3. Antena de acuerdo a la reivindicación 1 ó 2; caracterizada porque la partícula metamaterial (15) comprende al menos dos resonadores de anillo continuo.
4. Antena de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3; caracterizada porque la partícula metamaterial (15) adopta una estructura que funciona como un resonador.
- 15 5. Antena de acuerdo a la reivindicación 4; caracterizada porque el parche inferior (12) es alimentado eléctricamente por un medio de excitación eléctrico (21) del tipo una sonda coaxial, líneas microstrip, líneas coplanares, o ranuras o stripline en el plano de masa (22).
- 20 6. Antena de acuerdo a las reivindicaciones 1 a 5 caracterizada porque en las líneas planares de alimentación incluye también partículas metamateriales constituyendo, de ese modo, líneas filtrantes que conducen a una antena multifrecuencia y autodiplexada.
7. Antena de acuerdo a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3; caracterizada porque la característica de la permitividad de al menos una capa de material ligero, poroso (13) de la antena (11) puede ser modificada en función del ancho de banda de interés.
- 25 8. Antena de acuerdo a la reivindicación 6; caracterizada porque la antena (11) comprende al menos una capa adicional de material ligero, poroso (13).
9. Antena de acuerdo a la reivindicación 4; caracterizada porque la antena (11) comprende al menos dos o más elementos resonadores.
10. Antena de acuerdo a la reivindicación 8; caracterizada porque la antena (11) comprende elementos resonadores de diferente tamaño.

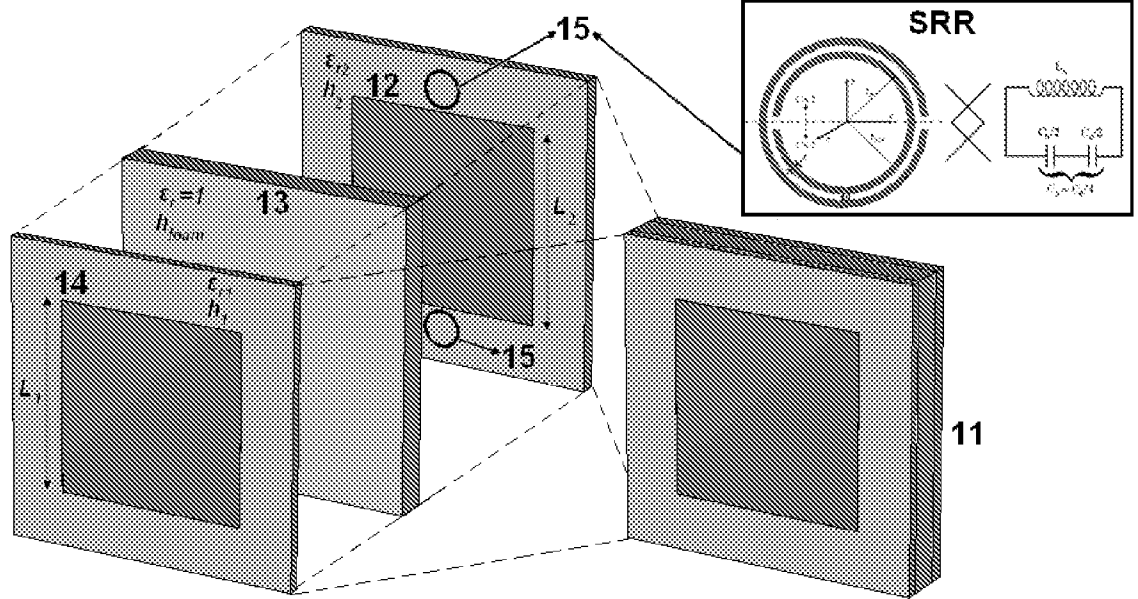


Figura 1

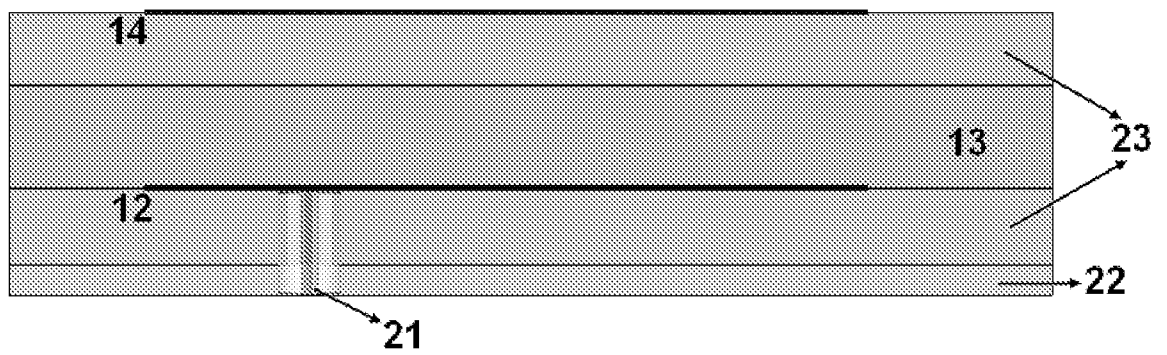


Figura 2

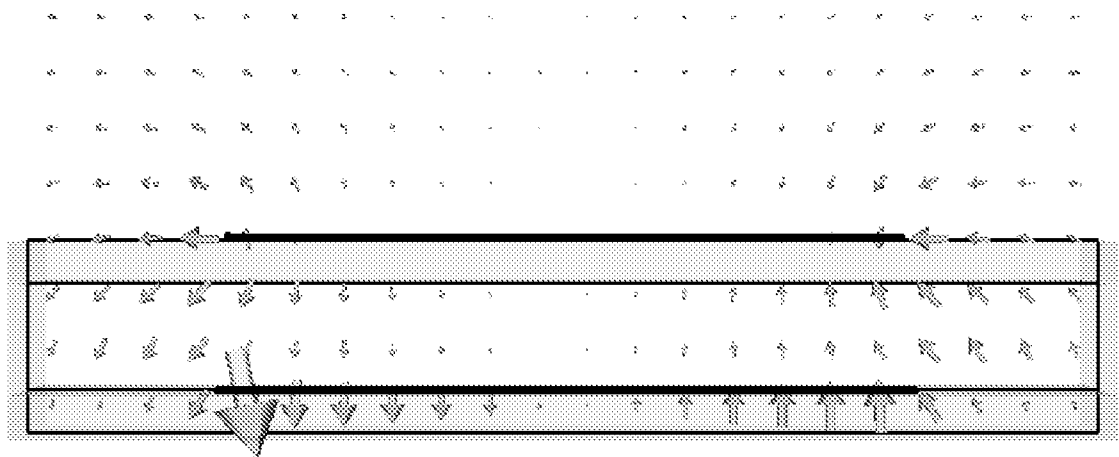


Figura 3

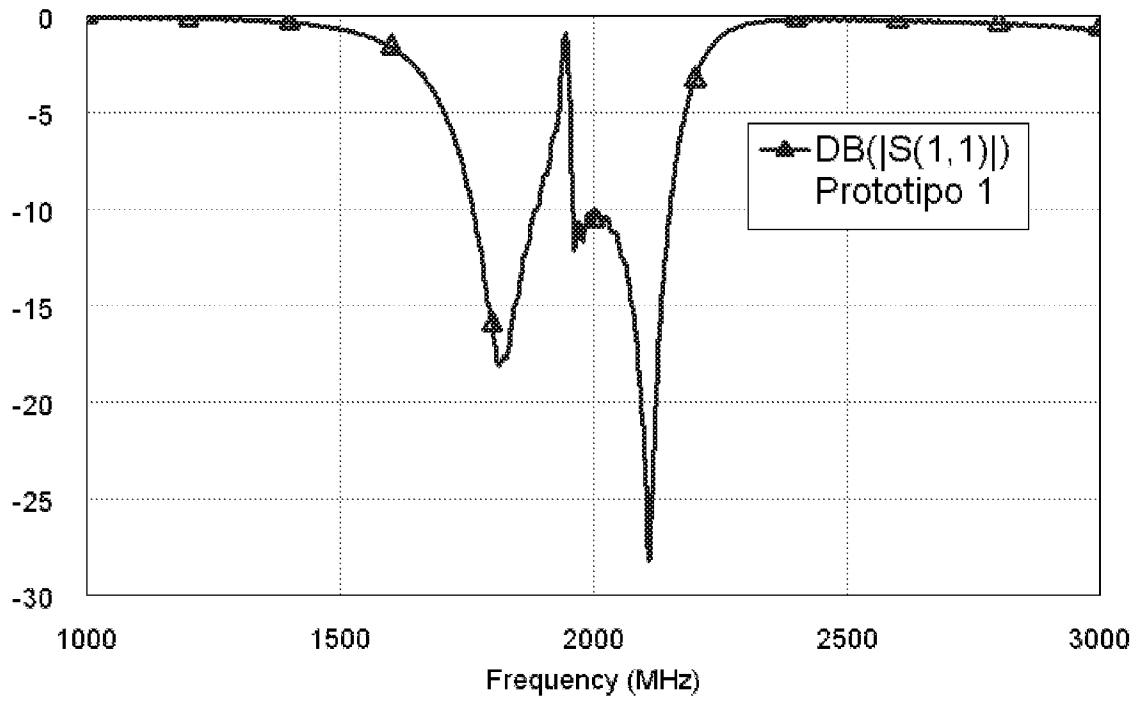


Figura 4

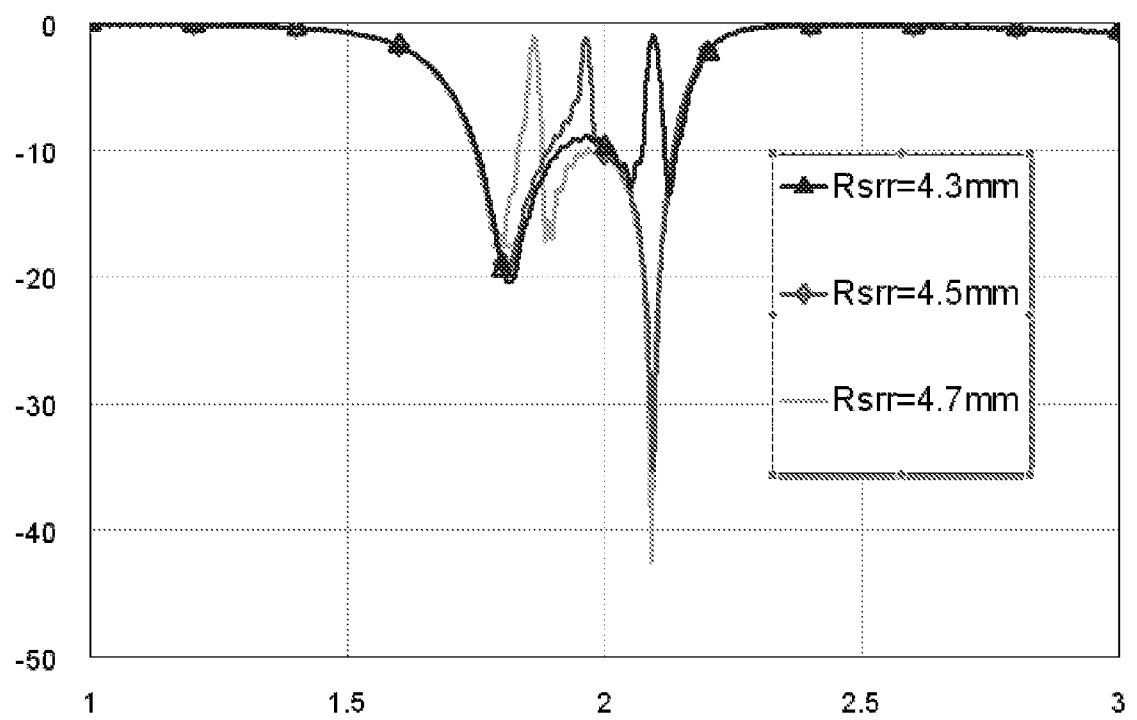


Figura 5

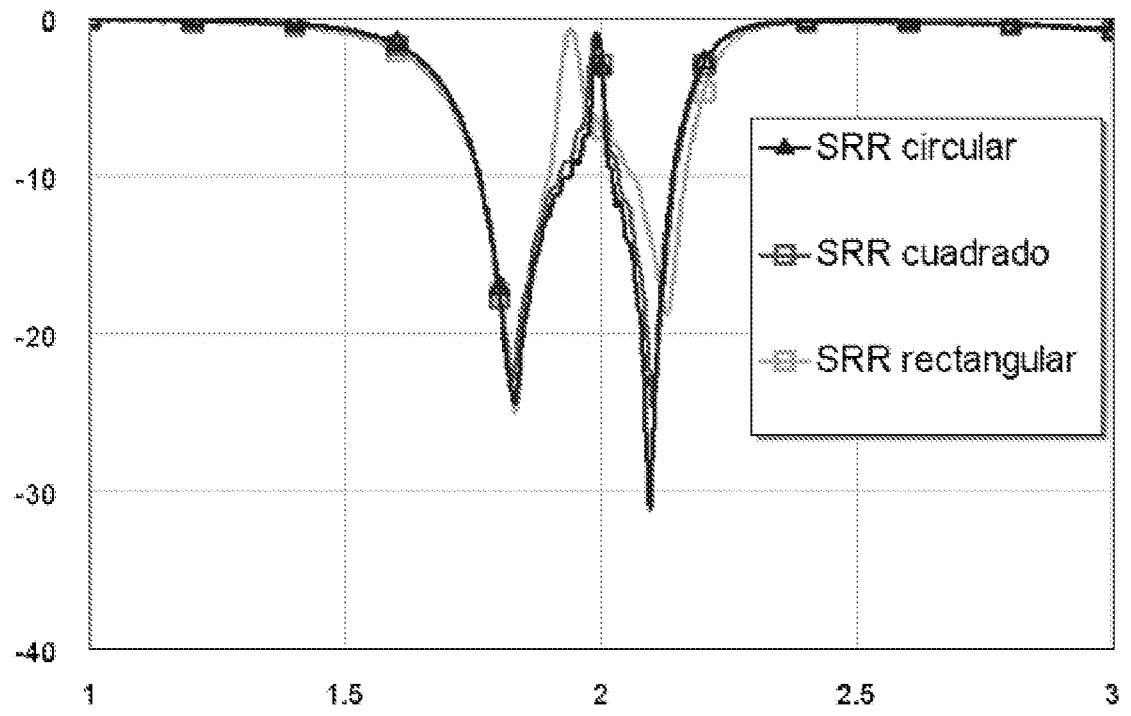


Figura 6



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200930859

②② Fecha de presentación de la solicitud: 16.10.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H01Q1/38** (2006.01)
H01Q5/01 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	NISHIYAMA E. et al. "Stacked microstrip antenna for wideband and high gain". IEE Proceedings: Microwaves, Antennas And Propagation, 20040219 IEE, Stevenage, Herts, GB. Vol. 151, No. 2, Páginas: 143 - 148. XP006021549 ISSN 1350-2417.	1-10
A	KIM C. et al. "Design of a frequency notched UWB antenna using a slot-type SRR". AEU International Journal Of Electronics And Communications, 20081105 Elsevier, Jena, DE. Vol. 63, No. 12, Páginas: 1087 - 1093. XP026771914 ISSN 1434-8411.	1-10
A	PARK J. W. et al. "Isolation improvement of two-port multiple-input-multiple-output antenna using slits and split ring resonators on the ground plane". Antenna Technology (iWAT), 2011 International Workshop on, 20110307 IEEE. Páginas: 392 - 395. XP031942717 ISBN 978-1-4244-9133-9; ISBN 1-4244-0133-9.	1-10
A	KIM J. et al. "5.2 GHz notched ultra-wideband antenna using slot-type SRR". Electronics Letters, 20060316 IEE Stevenage, GB. Vol. 42, No. 6, Páginas: 315 - 316. XP006026353 ISSN 0013-5194.	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
23.07.2012

Examinador
J. Botella Maldonado

Página
1/5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 200930859

②② Fecha de presentación de la solicitud: 16.10.2009

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **H01Q1/38** (2006.01)
H01Q5/01 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	KI-HAK KIM et al.. "A Band-rejected UWB Planar Monopole Antenna with a Ring-shaped parasitic patch". Microwave Conference Proceedings, 2005. APMC 2005. Asia-Pacific Conference Proceedings Suzhou, China 04-07 Dec. 2005, 20051204; 20051204 - 20051207 Piscataway, NJ, USA,IEEE. Vol. 4 , Páginas: 1 - 3. XP010902346 ISBN 978-0-7803-9433-9; ISBN 0-7803-9433-X.	1-10

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
23.07.2012

Examinador
J. Botella Maldonado

Página
2/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01Q

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E, INSPEC.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 23.07.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-10	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-10	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	NISHIYAMA E. et al.. "Stacked microstrip antenna for wideband and high gain". I E E P roceedings: M icrowaves, Antennas And Propagation, 20040219 IEE, Stevenage, Herts, GB. Vol. 151 , No. 2 , Páginas: 143 - 148. XP006021549 ISSN 1350-2417.	
D02	KIM C. et al.. "Design of a frequency notched UWB antenna using a slot-type SRR". A E U International Journal Of Electronics And Communications, 20081105 Elsevier, Jena, DE. Vol. 63 , No. 12 , Páginas: 1087 - 1093. XP026771914 ISSN 1434-8411.	
D03	PARK J. W . et al.. " Isolation improvement of two-port multiple-input-multiple-output antenna using slits and split ring resonators on the ground plane". Antenna Technology (iWAT), 2011 International Workshop on, 20110307 IEEE. Páginas: 392 - 395. XP031942717 ISBN 978-1-4244-9133-9; ISBN 1-4244-0133-9.	
D04	KIM J. et al.. "5.2 GHz notched ultra-wideband antenna using slot-type SRR". E lectronics Letters, 2006 0316 IEE S tevenage, G B. Vol. 42 , No. 6 , Páginas: 315 - 316. XP006026353 ISSN 0013-5194.	
D05	KI-HAK KI M et al .. " A B and-rejected U WB P lanar M onopole Antenna with a R ing-shaped p arasitic pat ch". M icrowave Conference Proceedings, 2005. APMC 2005. Asia-Pacific Conference Proceedings Suzhou, China 04 -07 Dec. 2005, 20 051204; 20051204 - 20051207 P iscataway, NJ, USA,IEEE. Vo l. 4 , Páginas: 1 - 3. XP010902346 ISBN 978-0-7803-9433-9; ISBN 0-7803-9433-X.	

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

En el documento D01 se investiga el comportamiento de una antena apilada microstrip de banda ancha, su impedancia, direccionalidad, diagrama de radiación, distribución en campo próximo y ganancia, usando el método de las diferencias finitas en el dominio del tiempo. El documento D02 propone un nuevo diseño de antena de banda ultra ancha UWB con filtro de banda eliminada en guía de onda coplanar, que utiliza un resonador en anillo abierto. Básicamente consiste en un parche rectangular con guía de alimentación coplanar en la que se inserta un SRR de ranura.

Ambos documentos se consideran los más próximos del estado de la técnica y ninguno de ellos tomados solos o en combinación, revela la invención definida en las reivindicaciones de la 1ª a la 10ª. Tampoco aparecen en ellos sugerencias que dirijan al experto en la materia hacia la invención definida por estas reivindicaciones. Por lo tanto el objeto de la invención recogido en las reivindicaciones de la 1ª a la 10ª, cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva.