



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 422 934**

⑫ Número de solicitud: 200901663

⑮ Int. Cl.:

**H01Q 1/38** (2006.01)  
**H01Q 5/01** (2006.01)

⑫

## SOLICITUD DE PATENTE

A2

⑬ Fecha de presentación:

**28.07.2009**

⑭ Fecha de publicación de la solicitud:

**16.09.2013**

⑬ Solicitantes:

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
Parque Científico Universidad Carlos III Leganés  
Tecnológico - Av. Gregorio Peces Barba 1  
28918 Leganés (Madrid) ES y  
**UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS**

⑭ Inventor/es:

QUEVEDO TERUEL, Óscar;  
REQUENA CARRION, Jesus;  
RAJO IGLESIAS, Eva y  
INCLAN SANCHEZ, Luis Fernando De

⑮ Título: **ANTENA MICROSTRIP COMPACTA MULTIFRECUENCIA**

⑯ Resumen:

La presente invención se refiere a una antena microstrip que permite múltiples bandas de operación. Se basa en el uso de espirales y anillos preferiblemente concéntricos cortocircuitados a un plano de masa; además hace uso de múltiples sustratos, tanto para alimentación como para los propios anillos o espirales, que permiten la compactación de la antena en su conjunto. Debido a la naturaleza resonante de la estructura, el ancho de banda de la antena es reducido, por lo que la hace ideal para aplicaciones de banda estrecha, tales como ISM o MICS, es decir, bandas biomédicas de tecnología implantable, sin embargo, su uso no está restringido a una aplicación concreta.

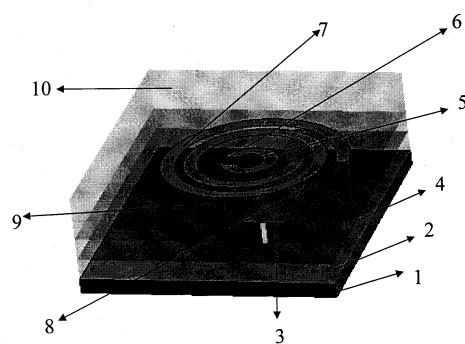


Figura 1

**ANTENA MICROSTRIP COMPACTA MULTIFRECUENCIA**

**D E S C R I P C I Ó N**

5

**OBJETO DE LA INVENCIÓN**

La presente invención se refiere a una antena que permite múltiples bandas de operación. Se basa en el uso de espirales y anillos preferiblemente 10 concéntricos cortocircuitados a un plano de masa, presentando un tamaño inferior al resto de antenas conocidas hasta ahora, con una eficiencia de radiación aceptable. El diseño se basa en la utilización de múltiples sustratos, tanto para la alimentación como para los propios anillos o espirales, que permiten la compactación de la antena en su conjunto. Debido a la naturaleza 15 resonante de la estructura, el ancho de banda de la antena es reducido, lo que la hace indicada para aplicaciones de banda estrecha, tales como ISM o MICS, es decir, bandas biomédicas de tecnología implantable. Sin embargo, su uso no está restringido a una aplicación concreta.

20

**ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN:**

Durante los últimos años, gran cantidad de publicaciones científicas han sido orientadas al diseño de antenas cortocircuitadas para la miniaturización de las mismas. Por ejemplo, en el trabajo presentado en 10.1109/TMTT.2004.832018 (publicado en *IEEE Transactions on Microwave 25 Theory and Techniques* en 2004), Kim y Rahmat-Samii presentan una antena compacta para bandas biomédicas (MICS), basada en antenas de parche con forma de espiral. En primer lugar, el método de alimentación se realiza en el

propio elemento, sin acople capacitivo, lo que impide una mayor compactación del diseño. Del mismo modo, esta técnica de alimentación ofrece menor versatilidad a la frecuencia de operación. Por otro lado, al estar compuesta de un único elemento radiante, sólo se permite una frecuencia de operación. De esta 5 manera, el diseño propuesto por Kim y Rahmat-Samii necesita en torno a un 70% más de superficie que en el caso donde se utiliza acople capacitivo para sustratos análogos (espesor y constante dieléctrica), y tiene una respuesta monofrecuencia.

Otro trabajo reciente es 10.1109/TMTT.2008.919373 (publicado en *IEEE 10 Transactions on Microwave Theory and Techniques* en 2008), expuesto por Karacolak et al. En este caso se busca una doble banda de operación (ISM junto a MICS), para aplicaciones biomédicas. Se trata de una antena cortocircuitada cuya metalización tiene forma de meandro. La alimentación se realiza de forma directa sobre el conductor y no por acople. Por lo tanto, en el diseño presentado 15 por Karkolak et al., para sustratos análogos (espesor y constante dieléctrica), también se necesita alrededor de un 60% más de superficie respecto al caso alimentado por una línea con acople capacitivo. Por otra parte, su alimentación no es ni independiente de las frecuencias de operación ni de la adaptación de impedancias.

20 En la patente ES-2196122, se presenta una antena basada en formas espirales, si bien no tiene plano de masa. Dicha antena se alimenta de forma balanceada y directa, siendo su tamaño mucho mayor, y por tanto, no es aplicable en dispositivos muy compactos (como es el caso de la tecnología implantable); produciendo además radiación en todas las direcciones del

espacio, algo que no es adecuado para ciertas aplicaciones (por ejemplo, las biomédicas donde el campo no debe ser radiado hacia el interior del paciente).

La patente P-9001127, cuyo equivalente europeo es ES-2088496, presenta una antena microstrip alimentada mediante múltiples sustratos. En 5 dicha patente, la geometría del radiador contiene un círculo interior, con líneas que lo unen a una estructura exterior cuadrada. La patente no dispone de cortocircuitos, lo que la hace menos compacta. Por otro lado, el diseño busca una polarización circular a través de dos alimentaciones complementarias, algo innecesario para ciertas aplicaciones (como las biomédicas), y que complica los 10 circuitos que deben ser empleados para la recepción de la señal, incrementando el tamaño del dispositivo en su conjunto. Del mismo modo, la antena presenta una alta directividad, algo perjudicial para diseños de ciertas aplicaciones (como las biomédicas, donde se desea una radiación omnidireccional en el hemisferio exterior al paciente).

15 En el modelo de utilidad U-0245029 se presenta una antena basada en espirales, cuya alimentación se realiza en la cara de los radiadores mediante una división en dos espirales alineadas, aumentando el tamaño de la antena en su conjunto. Por otro lado, dichas espirales no se encuentran cortocircuitadas, lo que impide una mayor compactación del diseño. Además, la antena no contiene 20 un plano de masa inferior, no pudiendo ser utilizada en aplicaciones donde sólo se debe radiar en un sólo hemisferio, y restando eficiencia al diseño.

En el modelo de utilidad U-0274247, se propone una antena basada en dos espirales enfrentadas. En primer lugar, dicho modelo no tiene plano de masa. En segundo lugar, la alimentación es balanceada. En tercer lugar, las 25 espirales no se encuentran cortocircuitadas. Y por último la alimentación no se

realiza mediante una línea de transmisión situada en una capa diferente. De lo anterior se desprende que la antena tiene una baja eficiencia, un tamaño elevado, y radia en ambos hemisferios (también hacia el paciente, lo que en caso de ser empleada en tecnología implantable, haría su uso poco apropiado 5 para esta aplicación).

En la patente WO-200529633-A1, se presentan repeticiones de Split Ring Resonators para la elaboración de filtros o antenas, algunos de ellos en tecnología microstrip, aunque sin cortocircuitos, lo que limita su compactación. Dicho diseño es planteado únicamente para una frecuencia, y no es por tanto 10 posible su empleo para bandas independientes de frecuencia. Por último, requieren una línea situada externamente para la alimentación, lo que incrementa el tamaño del diseño, no estableciéndose la posibilidad de diseños mult capas.

En la patente WO-200883719-A1, se muestra una antena basada en Split 15 Ring Resonators, en diferentes configuraciones, aunque no presentan un cortocircuito al plano de masa, que es fundamental para adaptar los anillos, y disminuir su frecuencia de funcionamiento. Por otro lado, la alimentación presentada es balanceada, y no incorpora ningún plano de masa, no pudiendo producirse una radiación orientada en un hemisferio, indispensable para ciertas 20 aplicaciones. Del mismo modo, no presenta una característica multifrecuencia con independencia de las bandas entre sí.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La invención propuesta resuelve los problemas mencionados y describe una antena de tamaño reducido, que puede ser considerada como una antena de parche (también conocida como antena microstrip), es decir, se compone de 5 un plano de masa (metálico) acompañado de al menos un sustrato dieléctrico sobre el que se sitúa una forma metálica que es la que define la radiación.

La invención aquí descrita, sustituye las tradicionales formas del parche, usualmente formas canónicas: círculos, cuadrados, triángulos, etc.

De forma preferente, la invención comprende:

10 - Al menos una espiral y un anillo cortocircuitados cada uno desde un punto al plano de masa (preferiblemente desde un punto cercano a alguno de sus extremos), existiendo un hueco o separación que impiden que cada anillo se cierre (esto se conoce como *Split Ring Resonator* y *Spiral Resonator* en la comunidad científica). Dichos elementos (anillos y espirales) son los elementos 15 radiantes, los cuales pueden encontrarse en diferentes capas de sustratos (posibilitando una distribución multicapa), que dota de versatilidad al diseño, tanto en frecuencia de operación, como en adaptación, e incluso en eficiencia si se hace uso de varios sustratos con diferentes características dieléctricas.

Las espirales preferiblemente tendrán la forma circular de una espiral de 20 Arquímedes, si bien pueden presentar otras formas circulares, cuadradas, rectangulares o poligonales.

Los anillos y las espirales preferiblemente serán concéntricos y los anillos estarán situados en el interior de las espirales. Sin embargo, otros tamaños, configuraciones y posiciones relativas son posibles.

- Entre los extremos de la abertura de cada anillo pueden ser conectados otros elementos concentrados, del tipo condensador o diodo varactor, los cuales permiten ajustar las frecuencias de funcionamiento de la antena.
  - También pueden ser conectados otros elementos concentrados del tipo
- 5 bobinas, que deben ser conectados en serie entre el anillo y el elemento de cortocircuito, o bien entre el elemento de cortocircuito y el plano de masa.
- La alimentación de la antena viene dada por una línea de transmisión, que se encuentra en una capa o nivel distinto al de los anillos y espirales concéntricos mencionados anteriormente, permitiendo un diseño compacto. Esta
  - 10 línea de alimentación se encuentra acoplada capacitivamente con los elementos radiantes. Además, esta línea de alimentación preferiblemente tendrá una geometría rectangular de tamaño inferior al de los elementos radiantes.
  - En relación a la configuración multicapa del sustrato de la antena, acorde a la descripción de los párrafos anteriores, el plano de la línea de alimentación y el plano o planos de las espirales y anillos pueden disponerse en cualquier orden relativo.
- La invención aporta las siguientes ventajas:
- Permite reducciones de hasta un 60% en el tamaño de la antena con respecto a los dispositivos anteriormente explicados como antecedentes, para sustratos de la misma constante dieléctrica y espesor (es decir, en las mismas condiciones eléctricas).
  - Versatilidad en el diseño, debida a la introducción de un nuevo parámetro como es el acople capacitivo entre la línea de alimentación y los elementos radiantes.
  - 25 - Las frecuencias de trabajo son independientes de la posición de la alimentación y la anchura de la línea de alimentación, lo que permite mejorar la adaptación de impedancias de la antena.
  - Empleo de un plano de masa que favorece la radiación en un único hemisferio.

### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos con la visión en perspectiva, lateral y frontal. Es de destacar el carácter ilustrativo y no limitativo, en donde las dimensiones relativas de cada elemento pueden ser modificadas dependiendo de la banda y la adaptación requerida para la antena. En dichas figuras se ha representado lo siguiente:

La Figura 1 muestra una visión en perspectiva de la invención, para una comprensión genérica de la misma.

La Figura 2 muestra una visión lateral para clarificar la disposición multicapa de la invención.

La Figura 3 muestra una visión frontal para la identificación de los elementos radiantes, que son: el anillo cortocircuitado y la espiral cortocircuitada.

### REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCIÓN

La Figura 1 muestra una realización particular de la antena, que comprende un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un sustrato dieléctrico (2) que sirve de sustento para la línea de transmisión metálica mediante la cual se alimenta la antena (3), junto a la cual se sitúa otro sustrato dieléctrico (4) que sustenta un anillo metálico (5) que contiene una abertura (6), y una espiral metálica preferiblemente de tipo Arquímedes (7), siendo estos dos últimos, los elementos radiantes. Ambos elementos se encuentran cortocircuitados: la espiral

(7) mediante el conductor de cortocircuito (8) y el anillo (5) mediante el conductor de cortocircuito (9). Por último, junto al anillo (5) y la espiral (7) se sitúa un sustrato dieléctrico de recubrimiento (10).

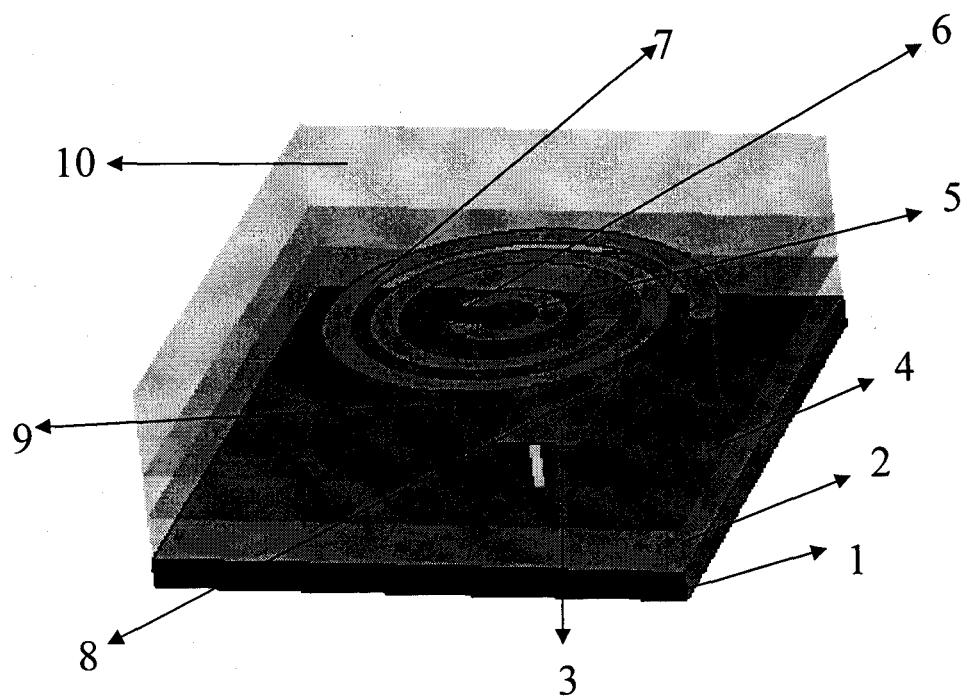
La Figura 2 presenta una visión lateral de la realización particular  
5 mostrada en la Figura 1, donde se muestra un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un sustrato dieléctrico (2), que sustenta la línea de alimentación (3). Junto a dicho sustrato se sitúa otro sustrato dieléctrico (4) que sustenta el anillo (5) y la espiral (7). Tanto el anillo (5) como la espiral (7) se encuentran cortocircuitados al plano de masa (1) mediante (8) y (9). Por último, se sitúa el  
10 sustrato dieléctrico de recubrimiento (10).

La Figura 3 presenta una visión frontal de la realización particular, mostrada en las Figuras 1 y 2, de la antena. En primer lugar, se muestra la espiral (7), que tiene un cortocircuito al plano de masa en (8). Por otro lado, se muestra el anillo (5) que tiene una abertura en (6), y un cortocircuito puesto a  
15 masa en (9). Por último, se observa la línea de alimentación (3), sustentada en otra capa inferior de dieléctrico.

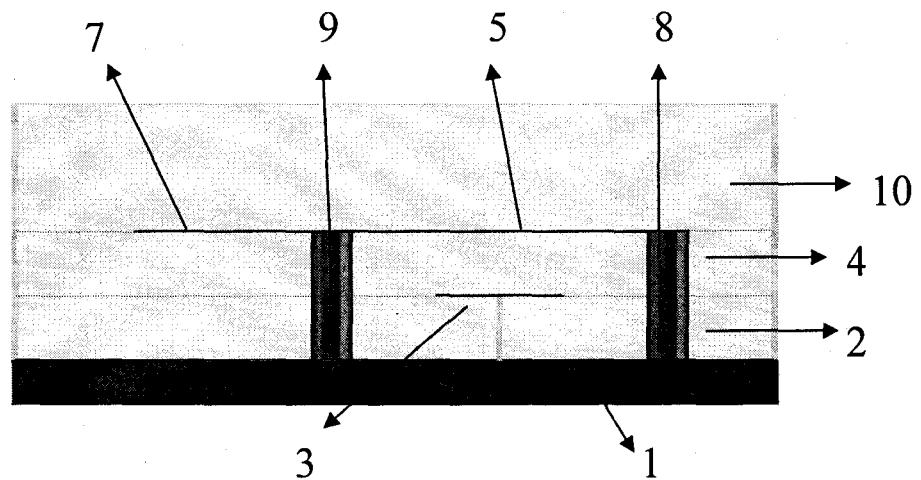
REIVINDICACIONES

- 1- Antena microstrip compacta multifrecuencia que contiene al menos un sustrato dieléctrico y un plano de masa, caracterizada porque comprende:  
5 - al menos un anillo metálico abierto (5) cortocircuitado a través de un elemento de cortocircuito de anillo (9) con el plano de masa (1);  
- al menos una espiral metálica (7) cortocircuitada a través de un elemento de cortocircuito de espiral (8) con el plano de masa (1);  
10 - al menos una línea de alimentación (3) acoplada capacitivamente a dichos anillos (5) y dichas espirales (7)
- 2- Antena de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque al menos dos elementos de los anillos y espirales no son concéntricos  
15
- 3- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada** porque los anillos y espirales se sitúan sobre un mismo plano o nivel
- 20 4- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada** porque los anillos y espirales se sitúan sobre al menos dos planos o niveles diferentes
- 5- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, 25 **caracterizada** porque el plano de la línea de alimentación, y el plano o planos de las espirales y anillos se disponen en cualquier orden

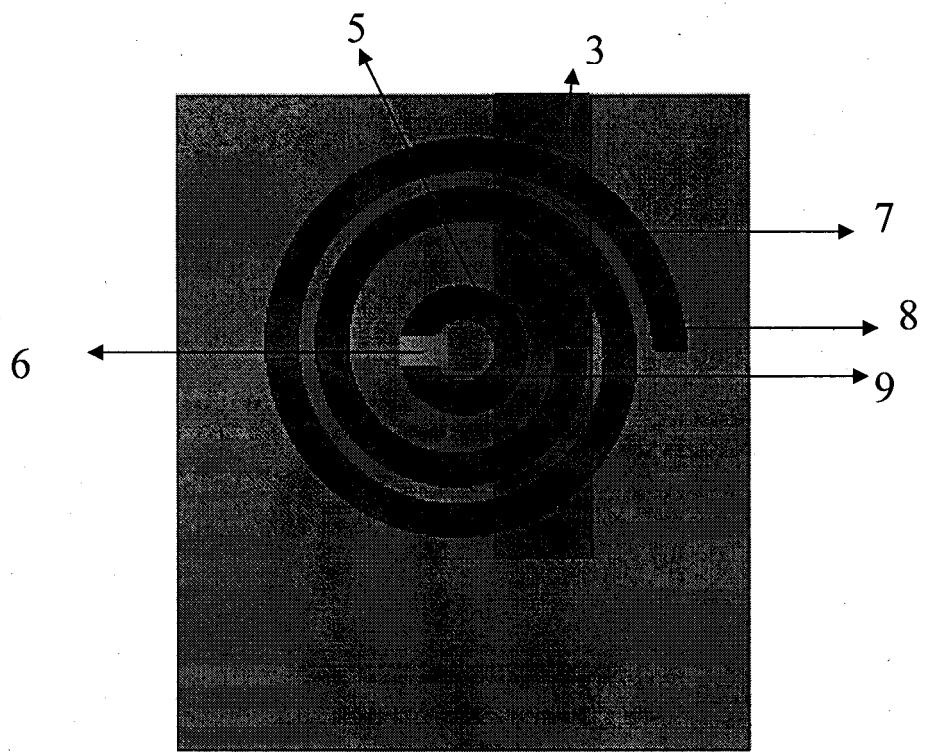
- 6- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5,  
5 **caracterizada** porque al menos un anillo y/o espiral tienen una forma geométrica  
circular, cuadrada, rectangular o poligonal.
- 7- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6,  
10 **caracterizada** por tener al menos un elemento concentrado de tipo condensador  
y/o diodo varactor o combinaciones de ambos, conectado entre los extremos de  
la abertura de al menos uno de los anillos.
- 8- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7,  
15 **caracterizada** por tener al menos un elemento concentrado tipo bobina o  
combinación de bobinas, conectado en serie entre cualquiera de los elementos  
de cortocircuito y el plano de masa, al menos una espiral y/o al menos un anillo.
- 9- Antena de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8,  
20 **caracterizada** por conectarse cada anillo y espiral en cualquiera de sus  
extremos a un elemento de cortocircuito.



**Figura 1**



**Figura 2**



**Figura 3**