



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 327 995**

⑫ Número de solicitud: 200700087

⑬ Int. Cl.:

**H01Q 1/38** (2006.01)

**H01Q 21/30** (2006.01)

**H01Q 9/16** (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫ Fecha de presentación: **10.01.2007**

⑬ Fecha de publicación de la solicitud: **05.11.2009**

⑭ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**05.11.2009**

⑰ Solicitante/s: **Universidad Miguel Hernández**  
**Avda. de la Universidad, s/n**  
**03202 Elche, Alicante, ES**  
**Universitat de Valencia, Estudi General**

⑱ Inventor/es: **Ávila Navarro, Ernesto;**  
**Carrasco Hernández, José Antonio y**  
**Reig Escrivá, Cándid**

⑲ Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

⑳ Título: **Antena impresa para aplicaciones multibanda.**

㉑ Resumen:

Antena impresa para aplicaciones multibanda.

La presente invención se refiere a una nueva topología de antena impresa para aplicaciones multibanda capaz de operar en varias bandas de frecuencia al mismo tiempo. La antena consiste en una serie de agrupaciones de dipolos impresos situados a ambas caras de un sustrato dieléctrico. Cada uno de los dipolos tiene, alternativamente, uno de sus brazos en la cara superior del sustrato y el otro brazo en la cara inferior del mismo. La antena está alimentada por un tramo de línea microcinta, situada tanto en la cara superior como inferior del sustrato dieléctrico. El número de agrupaciones de dipolos de la antena determina el número de bandas frecuenciales de funcionamiento. Cada una de estas agrupaciones tiene un número determinado de dipolos, que puede ser distinto para cada una de ellas. El número de dipolos que contiene cada una de las agrupaciones determina el ancho de banda y la ganancia que presenta la antena en la banda de funcionamiento asociada a la agrupación en cuestión.

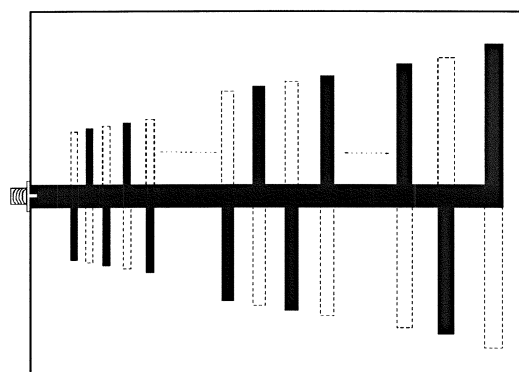


Fig. 2

ES 2 327 995 A1

## DESCRIPCIÓN

Antena impresa para aplicaciones multibanda.

5 **Campo/Sector de la invención**

La presente invención se refiere a una nueva topología de antena impresa para aplicaciones multibanda basada en la propiedad de periodicidad de las características de las antenas con la frecuencia.

10 **Objeto de la invención**

La presente invención describe una nueva topología de antena impresa para aplicaciones multibanda capaz de operar simultáneamente en varias bandas de frecuencias. El número de bandas de frecuencias en las que funciona la antena, así como la frecuencia central de cada una de estas bandas, pueden modificarse variando el número de elementos que forman la antena propuesta. Estas bandas de frecuencias tienen un ancho de banda y una ganancia suficientemente grande para la mayoría de aplicaciones de banda ancha actuales.

En los últimos años, estamos asistiendo a una rápida evolución de los sistemas de comunicaciones personales destinados al público en general. Estos sistemas se basan en tecnologías de telecomunicaciones inalámbricas, lo que provee al usuario de capacidad de movimiento sin necesidad de interrumpir la comunicación. Actualmente, existen numerosos sistemas de comunicación inalámbricos, como pueden ser los teléfonos móviles, los dispositivos Bluetooth y los sistemas de comunicaciones basados en el protocolo 802.11x (WI-FI).

Estos sistemas tienen un ancho de banda limitado, por lo que el número de usuarios que pueden acceder al mismo tiempo al sistema también es limitado. Este inconveniente ha llevado a los gobiernos a asignar varias bandas de frecuencias para poder aumentar el número de usuarios. Esta solución obliga a los fabricantes a realizar sistemas multibanda, capaces de funcionar al mismo tiempo en todas las bandas de frecuencias asignadas. Este hecho condiciona especialmente las antenas utilizadas, que deben ser multirresonantes.

Por otra parte, la tendencia actual del mercado es la de integrar estos sistemas de comunicaciones personales en equipos cada vez más pequeños y portátiles, como son los teléfonos móviles, las agendas electrónicas (PDA) y, por supuesto, los ordenadores portátiles. Para conseguir esto, sería deseable que las antenas, que son una parte imprescindible de los sistemas inalámbricos, fueran cada vez más pequeñas y que se pudieran integrar con todo el sistema electrónico.

Debido a sus características, las antenas impresas son una buena solución para estos sistemas inalámbricos. Algunas de estas características son: perfil plano, poco peso, proceso de fabricación fácil y económico y, sobre todo, su capacidad de integración con la circuitería del sistema. Además, los avances en nuevos materiales de fabricación de sustratos dieléctricos, sobre los que están fabricadas las antenas impresas, permiten reducir drásticamente el tamaño final de las mismas [1].

Pese a todas estas ventajas, las antenas impresas tienen un importante inconveniente: su ancho de banda de funcionamiento es bastante estrecho (típicamente alrededor de un 5% de la frecuencia de diseño). Esta limitación hace que estas antenas no puedan utilizarse en aplicaciones en las que el ancho de banda sea relativamente grande. Esto ha llevado a que en los últimos años se estén realizando numerosas investigaciones para conseguir nuevas geometrías de antenas impresas que presenten mayores rangos de funcionamiento en frecuencia.

En este sentido, la presente invención propone una nueva topología de antena impresa para aplicaciones multibanda que, manteniendo las principales ventajas de las antenas impresas convencionales, supera la limitación que éstas presentan en cuanto a su ancho de banda de funcionamiento. Las características principales de esta nueva topología de antena, además de las características inherentes de las antenas impresas, se pueden resumir en los siguientes tres puntos:

- Capacidad multibanda, es decir, capacidad de funcionamiento en varias bandas de frecuencia.
- En cada una de las bandas de funcionamiento de la antena, ésta posee un ancho de banda (BW) considerable y adaptable, notablemente superior al de las antenas impresas convencionales.
- La ganancia de la antena en cada banda de frecuencia es alta y se puede incrementar aumentando el número de elementos de la antena para cada banda de frecuencia en cuestión.

**Antecedentes de la invención**

Las antenas impresas fueron propuestas por primera vez por Deschamps en 1963, pero no fueron fabricadas hasta veinte años después. Desde entonces, se han desarrollado gran cantidad de antenas impresas y agrupaciones de éstas (arrays) para numerosas aplicaciones [2, 3].

Una antena impresa consiste en un parche metálico radiante de una geometría específica, paralelo a un plano metálico (plano de masa) y separado de éste por una capa de material dieléctrico de una anchura determinada, y cuya constante dieléctrica es relativamente baja (normalmente menor que 10). La forma del parche radiante puede ser rectangular, triangular, circular o cualquier otra que satisfaga las características de la antena en cuanto a tamaño, ancho de banda de funcionamiento, polarización, diagrama de radiación y ganancia, necesarias para cada aplicación en particular.

La alimentación de la antena impresa se puede realizar de tres formas: mediante un cable coaxial, mediante una línea microstrip o mediante una apertura de acoplamiento. En los tres casos, la alimentación guía la energía electromagnética hasta la región situada justo debajo del parche radiante. Parte de la energía atraviesa el contorno del parche y se radia hacia el exterior. La localización exacta de la alimentación de la antena es uno de los parámetros más importantes del diseño de la misma, ya que afecta a las características de radiación.

Las antenas impresas tienen una serie de características que las hacen especialmente deseables en aplicaciones a frecuencias de microondas, en comparación con las antenas convencionales. Las más importantes son su tamaño reducido, perfil plano, poco peso, fabricación fácil y barata y, especialmente, la posibilidad de integración de la antena con el resto de la circuitería del sistema. Las antenas impresas también presentan algunos inconvenientes, siendo su principal desventaja frente a las antenas convencionales su estrecho ancho de banda, debido básicamente a su funcionamiento como cavidad resonante, con un alto factor de calidad. Este inconveniente limita el uso de antenas impresas en sistemas de comunicaciones de banda ancha.

Para superar este inconveniente y poder ampliar el uso de las antenas impresas a los sistemas de comunicaciones de banda ancha o multibanda, en los últimos años se han realizado numerosas investigaciones destinadas por una parte a aumentar el ancho de banda de las antenas impresas y por otra parte a realizar antenas multirresonantes.

Muchos de estos estudios están orientados al diseño de antenas impresas “tipo hilo”, es decir, siguiendo el mismo tipo de funcionamiento que las antenas de hilo convencionales, pero adaptadas a la tecnología impresa. Estas investigaciones se basan en las excelentes características de las antenas de hilo, dipolos y agrupaciones de éstos, con y sin elementos reflectores, en cuanto a su gran ancho de banda, posibilidad de varias bandas frecuenciales de funcionamiento y alta ganancia.

A la hora de diseñar las antenas impresas “tipo hilo” se siguen, normalmente, dos tipos de estrategias. La primera de ellas es la utilización de “slots” como elementos radiantes. Estos “slots” consisten en realizar una serie de aperturas radiantes sobre un elemento metálico, de forma que estas aperturas se comportan de forma equivalente a los distintos dipolos y elementos reflectores que aparecen en las antenas de hilo convencionales [4, 5]. La segunda estrategia utilizada es el diseño de antenas impresas formadas por distintos dipolos impresos, distribuidos tal y como lo estarían en su modelo equivalente como antena de hilo [6, 7].

La periodicidad del funcionamiento de las antenas con la frecuencia es un comportamiento bien conocido en las antenas convencionales de hilo, de manera que se han desarrollado numerosas antenas que intentan explotar este comportamiento para conseguir mejores características. Son las llamadas antenas logoperiódicas.

En el caso de las antenas impresas, independientemente de cual de las dos estrategias de diseño de antenas “tipo hilo” sea utilizada, se han realizado también numerosos estudios de estructuras logoperiódicas, en un intento de aumentar considerablemente el ancho de banda de las antenas [8, 9, 10].

## Referencias bibliográficas

- [1] C. A. **Balanis**, Antenna theory analysis and design, *John Wiley and Sons*, New York, 1997.
- [2] G. **Kumar** and K. P. **Ray**, Broadband microstrip antennas, *Artech House*, Boston, 2003.
- [3] **Kai Fong Lee** and **Wei Chen**, Advances in microstrip and printed antennas, *Wiley Series in Microwave and Optical Engineering*, New York, 1997.
- [4] **Zhi Ning Chen**, Suspended Plate Antennas with Shorting Strips and Slots, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 52, N° 10, October 2004, pp. 2525-2531.
- [5] W. J. **Lui**, C. H. **Cheng**, Y. **Cheng** and H. B. **Zhu**, A novel Broadband MultiSlot Antenna Fed by Microstrip Line, *Microwave and Optical Technologies Letters*, vol. 45, N° 1, April 2005, pp. 55-57.
- [6] Y. **Qian**, W. R. **Deal**, N. **Kaneda** and T. **Itoh**, A microstrip-fed quasi-Yagi antenna with broadband characteristics, *Electronics Letters*, vol. 34, 1998, pp. 2194-2196.
- [7] F. **Tefiku** and C. **Grimes**, Design of broad-band and dual-band antennas comprised of series-fed printed-strip dipole pairs, *IEEE Transaction on Antennas and Propagation*, vol. 48, 2000, pp. 895-900.

[8] B. L. **Ooi**, K. **Chef** and M. S. **Leong**, Log-periodic slot antenna array, *Microwave and Optical Technologies Letters*, vol. 25, 2000, pp. 24-27.

[9] H. K. **Smith** and P. E. **Mayes**, Log-periodic array of dual-feed microstrip patch antennas, *IEEE Transaction on Antennas and Propagation*, vol. 39, 1991, pp. 1659-1664.

[10] G. **Augustin**, S. V. **Shynu**, C. K. **Aanandan**, P. **Mohanan** and K. **Vasudevan**, A novel electronically scannable log-periodic leaky-wave antenna, *Microwave and Optical Technologies Letters*, vol. 45, 2005, pp. 163-165.

## 10 Descripción de la invención

La invención aquí presentada se refiere a una nueva topología de antena impresa multibanda, que presenta las ventajas típicas de las antenas impresas y un ancho de banda en cada una de las bandas de funcionamiento de la misma suficientemente grande, lo que permite su utilización en los sistemas inalámbricos multibanda actuales.

La antena está impresa en la cara superior e inferior de un sustrato dieléctrico de anchura y permitividad dieléctrica determinada, tal y como se muestra en la figura 1. La alimentación de la antena se realiza mediante un conector coaxial.

La nueva topología de antena impresa ésta formada por una serie de agrupaciones (tres agrupaciones en la figura 2), cada una de ellas formada por un número determinado de dipolos impresos. Para cada agrupación los dipolos más pequeños (resonantes a frecuencias más altas) están situados más cerca de la alimentación de la antena, mientras que los dipolos más grandes (resonantes a frecuencias más bajas) se sitúan más alejados de la alimentación. Cada uno de los brazos de los dipolos está situado en la cara superior e inferior del sustrato dieléctrico, consiguiendo de esta forma la progresión de fase necesaria para el correcto funcionamiento de los dipolos impresos.

El número de bandas frecuenciales de funcionamiento de la antena está relacionado directamente con el número de agrupaciones de dipolos que ésta contiene, de manera que cada una de estas agrupaciones se implementa para que trabaje de forma óptima a la frecuencia de funcionamiento de cada una de las bandas frecuenciales deseadas. El número de agrupaciones de dipolos coincide con el número de bandas de funcionamiento deseadas.

El número de dipolos que forman cada agrupación está relacionado con el ancho de banda y la ganancia que presenta la antena en la banda de funcionamiento correspondiente. Si aumentamos el número de dipolos de la agrupación aumenta igualmente el ancho de banda y la ganancia. Cada agrupación puede estar formada por un número diferente de dipolos, en función de los requerimientos de ancho de banda y ganancia en la banda de frecuencias asociada.

La longitud de cada uno de los dipolos impresos que forman la antena está relacionada con la frecuencia de resonancia del mismo. En función de la frecuencia de funcionamiento de cada agrupación, se diseñan las longitudes de cada uno de los dipolos correspondientes a esa agrupación. Típicamente, la longitud a la cual los dipolos son resonantes es  $0.5\lambda$ , donde  $\lambda$  es la longitud de onda a la frecuencia de resonancia del dipolo ( $\lambda=c/f$ , donde  $c$  es la velocidad de la luz en el vacío y  $f$  es la frecuencia). Con la configuración de dipolos impresos presentada en esta invención la longitud de los dipolos depende también de las características del sustrato sobre el que se realiza la antena (grosor del sustrato y permitividad eléctrica) y toma valores alrededor de  $0.15\lambda$ - $0.60\lambda$ . De esta forma se consigue unas dimensiones de la antena sensiblemente inferior a las obtenidas con dipolos estándar.

Para cada agrupación, el diseño de los dipolos que forman la misma se realiza de la siguiente forma:

- La longitud del dipolo más grande de esta agrupación de la antena (el más alejado del punto de alimentación) se diseña para que sea resonante a la frecuencia más baja de funcionamiento de la banda frecuencial asociada. En función del sustrato dieléctrico utilizado, de su anchura y permitividad dieléctrica, la longitud de este dipolo varía entre  $0.15\lambda$  y  $0.60\lambda$ .

- La anchura del dipolo más grande de la agrupación se diseña para que la impedancia que presente la antena en la entrada, en el punto de alimentación de la misma, sea la adecuada para que se produzca máxima transferencia de potencia. Típicamente esta impedancia es de  $50\Omega$ .

- La longitud del siguiente dipolo que forma esta agrupación (segundo dipolo más grande) se obtiene multiplicando la longitud del dipolo anterior por un factor de escalado (en adelante " $\tau$ "). De esta forma, la frecuencia de resonancia de este dipolo, se divide por el mismo factor " $\tau$ " respecto a la frecuencia del dipolo anterior. Este factor de escala " $\tau$ " puede variar entre 0.5 y 1, en función del solapamiento deseado entre las frecuencias de funcionamiento de cada dipolo. En la figura 3 se muestra un esquema explicativo para la obtención de este parámetro " $\tau$ " a partir de las frecuencias de resonancia de dos dipolos consecutivos, de forma que  $\tau = \frac{f_1}{f_2}$ , siendo  $f_1$  la frecuencia de resonancia del dipolo más grande y  $f_2$  la frecuencia de resonancia del siguiente dipolo.

- El proceso anterior se sigue para el cálculo de la longitud del resto de los dipolos que forman esta agrupación, consiguiendo que la frecuencia de radiación de cada uno de los dipolos sea un múltiplo (definido por el factor de escala " $\tau$ ") de la frecuencia de radiación del dipolo situado justo antes de este dipolo.

- El número de dipolos que forman la agrupación será el necesario para que se cubra toda la banda frecuencia) deseada, es decir, hasta que el último dipolo sea resonante a la frecuencia más alta de la banda.

- La anchura de los distintos dipolos que forman la agrupación puede ser la misma para todos ellos, e igual a la del dipolo más grande de la agrupación, o diferente para cada uno de ellos. El mejor comportamiento de la antena en la banda de frecuencias correspondiente se obtiene cuando la anchura de los distintos dipolos se escala por el mismo factor de escala “ $\tau$ ” utilizado para obtener las longitudes de los dipolos, ya que de esta forma el comportamiento de la antena en cuanto a la anchura de los dipolos cumple el requisito de periodicidad con la frecuencia.

- La separación entre los distintos dipolos que forman la agrupación se obtiene aplicando la siguiente relación, que se obtiene de forma gráfica a partir de la geometría de cada una de las agrupaciones que forman la antena. En la figura 4 se muestra un esquema explicativo para la obtención de esta dimensión.

$$Sep_{X;X-1} \cong \left( \frac{L_{DIP_X} - L_{DIP_{X-1}}}{2} \right) \arctan(\alpha) \quad (1)$$

El ángulo “ $\alpha$ ” que forman los distintos dipolos depende, evidentemente, del factor de escala “ $\tau$ ” aplicado en la agrupación correspondiente, de manera que se puede hacer la siguiente aproximación:

$$\arctan(\alpha) \cong \rho \frac{\tau}{\tau - 1} \quad (2)$$

donde se define un parámetro “ $\rho$ ” que será ajustado para que las características de la antena en toda la banda de frecuencias de funcionamiento asociada a la agrupación en cuestión sean óptimas (impedancia en toda la banda lo más cercana posible al valor de máxima transferencia de potencia, típicamente  $50\Omega$ , y ganancia máxima en toda la banda). El parámetro “ $\rho$ ” puede variar entre 0.4 y 1.7.

El proceso descrito anteriormente se sigue para el diseño de cada una de las agrupaciones que forman la antena. El factor de escalado de la antena “ $\tau$ ” puede ser el mismo para todas las agrupaciones que forman la antena o puede ser distinto para cada una de las agrupaciones.

La distancia entre cada agrupación de dipolos y el punto de alimentación de la antena se puede obtener gráficamente a partir del esquema mostrado en la figura 4, de forma que se cumple:

$$Sep_{agrup} \cong \frac{L_{DIPn}}{2} \arctan(\alpha) \cong \frac{L_{DIPn}}{2} \rho \frac{\tau}{1 - \tau} \quad (3)$$

donde “ $Sep_{agrup}$ ” es la distancia que separa el primer dipolo de la agrupación (el más pequeño) del punto de alimentación de la antena, “ $L_{DIPn}$ ” es la longitud del dipolo más pequeño de la agrupación, “ $\tau$ ” es el factor de escala aplicado en la agrupación y “ $\rho$ ” es un parámetro que puede variar entre 0.4 y 1.7.

Esta distancia suele ser demasiado grande, y los autores de la presente invención han comprobado que para la agrupación asociada a la banda de frecuencias más alta (la agrupación que está más cerca del punto de alimentación de la antena) es suficiente con que esta distancia sea aproximadamente media longitud de onda a la frecuencia más alta de funcionamiento de esta agrupación (a la que es resonante el dipolo más pequeño de la agrupación) en la línea de alimentación de la antena. Esta distancia depende, por tanto, de las características del sustrato dieléctrico utilizado (grosor del sustrato y permitividad eléctrica del mismo).

Para el resto de agrupaciones, la separación del dipolo asociado a la frecuencia más alta de cada agrupación (dipolo más pequeño de la agrupación) se fija a un valor comprendido entre media longitud de onda en la línea de alimentación de la antena para la frecuencia de este dipolo más pequeño y el resultado obtenido en la ecuación 3. El valor final de esta separación se obtiene para que las características de la antena en la banda de frecuencias asociada a esta agrupación sean óptimas tanto en ancho de banda (ancho de banda máximo) como en ganancia (ganancia máxima).

La alimentación de la antena se realiza mediante una línea microcinta impresa en ambas caras del sustrato dieléctrico. La anchura de la línea de alimentación, se diseña para que ésta presente la impedancia necesaria para máxima transferencia de potencia en la antena (típicamente esta impedancia es de  $50\Omega$ ). Esta anchura depende de las características del sustrato dieléctrico utilizado (grosor del sustrato y permitividad eléctrica del mismo).

En la figura 5 se muestra la cara superior (antena vista desde arriba) de la antenna impresa que se patenta. En la figura se pueden observar los brazos de los dipolos situados en la parte superior del sustrato dieléctrico y el conector coaxial de alimentación.

En la figura 6 se muestra la cara inferior (antena vista desde abajo) de la nueva topología de antenna impresa que se patenta. Se observan los brazos de los dipolos situados en la parte inferior del sustrato dieléctrico y el conector coaxial.

## Breve descripción de las figuras

Para completar la descripción de la invención presentada, y para ayudar a su mejor comprensión, se acompaña como parte integrante de esta descripción, tan solo a modo de ejemplo y en ningún caso limitativo, una serie de figuras que se explican a continuación.

En la figura 1 se muestra la estructura típica de la antenna impresa que se patenta.

En la figura 2 se muestra un esquema general de la nueva topología de antenna impresa que se patenta.

En la figura 3 se muestra la respuesta frecuencia) de dos dipolos consecutivos de la antenna que se patenta.

En la figura 4 se muestra un esquema explicativo para la obtención de la separación entre los dipolos que forman cada una de las agrupaciones de la antenna que se patenta.

En la figura 5 se muestra la cara superior del sustrato (antena vista desde arriba) de la nueva topología de antenna impresa que se patenta.

En la figura 6 se muestra la cara inferior del sustrato (antena vista desde abajo) de la antenna impresa que se patenta.

En la figura 7 se muestra el esquema de la realización preferida de la nueva topología de antenna que se patenta.

En la figura 8 se muestran las pérdidas de retorno medidas de la realización preferida de la antenna impresa que se patenta.

En la figura 9 se muestran los diagramas de radiación medidos en los planos principales de la realización preferida de la antenna que se patenta.

## Descripción de una realización preferida

En este apartado de la presente memoria, a título de ejemplo y en ningún caso limitativo, se describe la realización preferida de la nueva topología de antenna impresa que se patenta. Esta realización preferida se ha diseñado para que la antenna impresa sea capaz de operar en dos bandas de frecuencias distintas. A título de ejemplo, se ha diseñado la antenna para que funcione en las dos bandas de frecuencias que se utilizan en WI-FI (protocolos 802.11a y 802.11g). Las frecuencias que utilizan estos protocolos están alrededor de los 2,45 GHz (802.11g) y de los 5 GHz (802.11a), por tanto los distintos dipolos que forman la antenna tendrán las dimensiones adecuadas para que su frecuencia de resonancia se encuentre dentro de estas bandas de frecuencia. Para esta realización preferida se ha utilizado un sustrato dieléctrico de 1,52 mm de grosor y constante dieléctrica 3,2. Para este sustrato, la relación entre la longitud de cada uno de los dipolos y la longitud de onda a su frecuencia de resonancia es de aproximadamente  $L_{DIP} \cong 0,38\lambda$ .

En la figura 7 se muestra un esquema de la realización preferida de la nueva topología de antenna impresa que se patenta. Se han diseñado dos agrupaciones de dipolos (11), cada una de ellas formada por tres dipolos impresos (dipolos 2, 3 y 4 para la agrupación asociada a la banda de frecuencias más baja y dipolos 6, 7 y 8 para la agrupación asociada a la banda frecuencia) más alta). La alimentación se realiza mediante una cinta de alimentación (5) impresa en ambas caras del sustrato (1) y con un conector coaxial (10).

La primera banda de frecuencias, con frecuencia central alrededor de 2,45 GHz, se corresponde con la agrupación de dipolos que comprende los dipolos 2, 3 y 4, mostrados en la figura 7. La longitud del dipolo más grande de la agrupación (2) se obtiene para que éste sea resonante a la frecuencia más baja de la primera banda. En esta realización preferida la longitud de este dipolo más grande es de 49,58 mm, correspondiente a una frecuencia de resonancia de 2,3 GHz.

La longitud del resto de los dipolos de esta agrupación (3 y 4) se obtiene multiplicando la longitud del dipolo más grande (2) por el factor de escalado " $\tau$ ". En esta realización preferida el factor de escalado utilizado para toda la antenna es  $\tau = 0,88$ , por lo que la longitud del dipolo 3 es de 43,63 mm y la longitud del dipolo 4 es de 38,39 mm.

La anchura del dipolo más grande de esta primera agrupación (2) y de la microcinta de alimentación (5) se diseña para que la impedancia que presenta la antenna en el punto de alimentación (9) sea de  $50\Omega$ . Para el sustrato utilizado la anchura de estos dos elementos es de 3 mm. La anchura del resto de dipolos de esta primera agrupación (3 y 4) se obtiene escalando la anchura del primer elemento por el factor de escala indicado anteriormente ( $\tau = 0,88$ ). La anchura del dipolo 3 es de 2,64 mm y la del dipolo 4 es de 2,32 mm.

La separación entre los distintos dipolos de esta primera agrupación se obtiene para que las características que presenta la antena en la banda de frecuencias asociada sean óptimas, siguiendo el proceso de diseño de esta nueva topología de antena impresa, expuesto en la descripción de la invención. La distancia entre el primer dipolo (2) y el segundo dipolo (3) es de 21,24 mm (para un factor  $p$  de 0,97). El resto de separaciones se escalan igualmente por el factor de escalado  $\tau = 0,88$ , obteniendo que la separación entre el segundo dipolo (3) y el tercer dipolo (4) es de 18,69 mm.

La segunda banda de frecuencias de funcionamiento de la realización preferida de esta nueva topología de antena impresa que se patenta, frecuencias entorno a 5 GHz, se corresponde con la agrupación de dipolos que comprende los dipolos 6, 7 y 8, mostrados en la figura 7. La longitud del dipolo más grande de la agrupación (6) se obtiene para que éste sea resonante a la frecuencia más baja de esta segunda banda de funcionamiento. En esta realización preferida la longitud de este dipolo es de 26,16 mm, correspondiente a una frecuencia de resonancia aproximada de 4,4 GHz.

La longitud del resto de los dipolos de esta agrupación (7 y 8) se obtiene multiplicando la longitud del primer dipolo de la agrupación (6) por el factor de escalado " $\tau$ ". En esta segunda agrupación el factor de escalado es igualmente  $\tau = 0,88$ . La longitud del dipolo 7 es de 23,02 y la longitud del dipolo 8 de 20,26 mm.

La anchura del primer dipolo de esta segunda agrupación (6) se obtiene para que la impedancia de la antena en el punto de alimentación (9) sea de  $50\Omega$ . Para esta realización preferida la anchura de este dipolo es de 1,58 mm. La anchura de los otros dos dipolos de la agrupación (7 y 8) se obtiene multiplicando la del primer dipolo de la agrupación (6) por el factor de escala " $\tau$ ". Para el dipolo 7 la anchura es de 1,39 mm y para el dipolo 8 de 1,22.

La separación entre los distintos dipolos de esta agrupación se obtiene para que las características que presenta la antena en la banda de frecuencias asociada sean óptimas, siguiendo el proceso de diseño de esta nueva topología de antena impresa, expuesto en la descripción de la invención. La distancia entre el primer dipolo de esta agrupación (6) y el segundo dipolo (7) es de 11,2 mm (para un factor " $p$ " de 0,97). El resto de separaciones se escalan igualmente por el factor de escalado  $\tau = 0,88$ , obteniendo que la separación entre el segundo dipolo de la agrupación (7) y el tercer dipolo (8) es de 9,86 mm.

Por último, la distancia entre el primer dipolo de la segunda agrupación (8) y el punto de alimentación de la antena (9), para esta realización preferida de la nueva topología de antena impresa que se patenta, es de media longitud de onda en la línea de alimentación microstrip a la frecuencia de resonancia de este dipolo (5,6 GHz). Esta distancia es de 16,3 mm.

Para la primera agrupación, la distancia entre el dipolo más pequeño de esta agrupación (4) y el punto de alimentación de la antena (9) se escoge, tal y como se indica en el proceso de diseño de esta nueva topología de antena impresa, expuesto en la descripción de la invención, para que las características que presenta la antena a la frecuencia de funcionamiento de esta agrupación sean óptimas. Para esta realización preferida la distancia es de 81 mm.

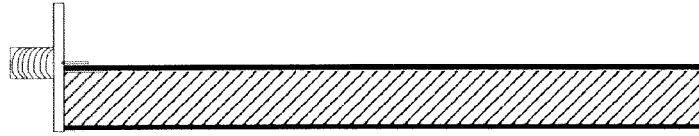
En la figura 8 se muestran las pérdidas de retorno en función de la frecuencia para la realización preferida. Como se puede observar aparecen dos bandas frecuenciales de funcionamiento (12, 13) que coinciden con las dos bandas de frecuencias de diseño (2,45 GHz y 5 GHz).

En la figura 9 se representan los diagramas de radiación en los planos principales que presenta la realización preferida a las dos frecuencias centrales de las bandas a las que ha sido diseñada. En la figura a) se presenta el diagrama plano E a 2,45 GHz; en la figura b) se muestra el diagrama de radiación en plano H para 2,45 GHz; en la figura c) se puede observar el diagrama plano E a la frecuencia central de la segunda banda de funcionamiento (5 GHz); por último, en la figura d) se muestra el diagrama plano H para 5 GHz. Como se puede observar en los distintos diagramas de radiación, se consigue un comportamiento directivo en ambos planos, lo que posibilita la utilización de esta nueva topología de antena impresa tanto como elemento radiante de un sistema como formando parte de una agrupación de antenas.

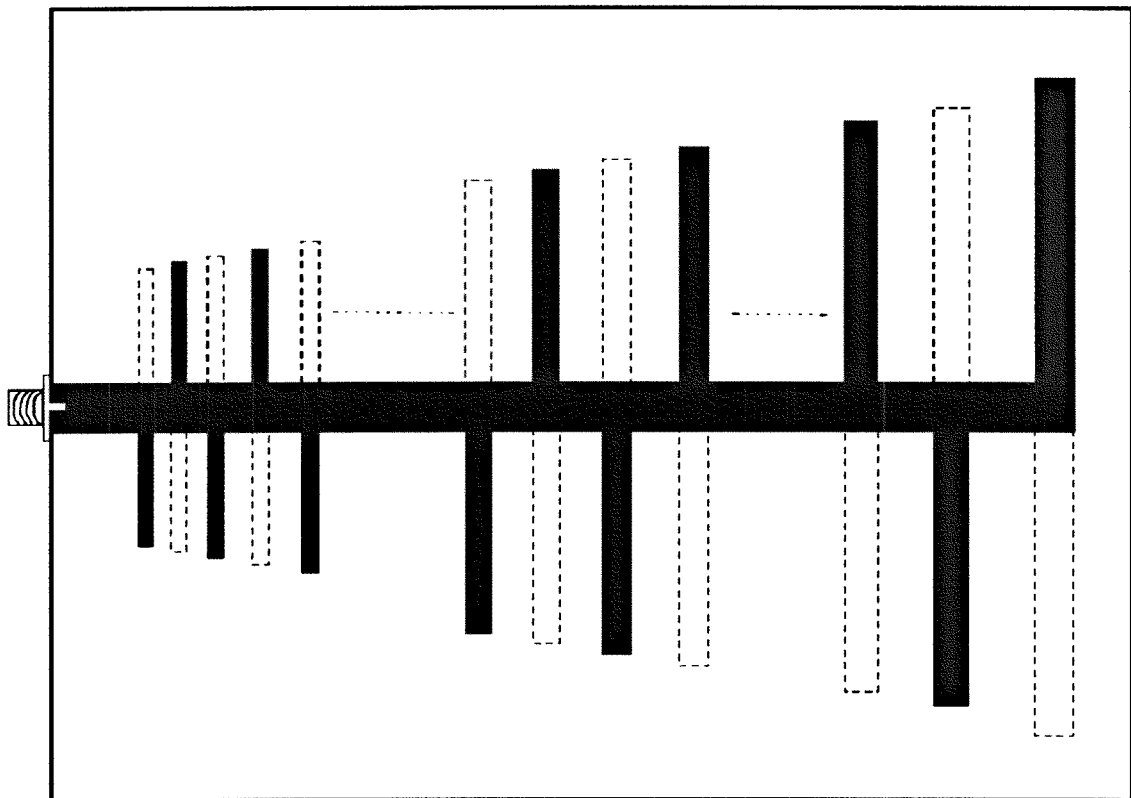
## REIVINDICACIONES

- 5 1. Antena impresa para aplicaciones multibanda, formada por una pluralidad de agrupaciones de dipolos impresos metálicos situados en la parte superior e inferior de un sustrato dieléctrico, **caracterizada** porque cada uno de los dipolos impresos que forman la antena tiene uno de sus brazos en la parte superior del sustrato dieléctrico y el otro brazo está situado en la parte inferior del sustrato dieléctrico, obteniendo de esta forma la corrección de fase necesaria en la alimentación de este tipo de antenas.
- 10 2. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicación 1, **caracterizada** porque está fabricada sobre un sustrato dieléctrico.
- 15 3. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque cada una de las agrupaciones de dipolos que la forman funciona en una banda de frecuencias determinada, siendo el número de agrupaciones de dipolos igual al número de bandas frecuenciales de funcionamiento de la antena.
- 20 4. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque cada una de las agrupaciones de dipolos está formada por un número determinado de dipolos en función del ancho de banda en frecuencia y de la ganancia que se pretenda que tenga la antena en la banda de frecuencias asociada a la agrupación de dipolos en cuestión.
- 25 5. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque los distintos dipolos que forman la antena están dispuestos de forma que los dipolos más pequeños se encuentran más próximos al punto de alimentación de la antena.
- 30 6. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la longitud de cada uno de los dipolos que la forman está relacionada con la frecuencia de funcionamiento del mismo, de forma que la longitud de este dipolo varía entre  $0.15\lambda$  y  $0.60\lambda$ , dependiendo de las características del sustrato dieléctrico utilizado, siendo  $\lambda$  la longitud de onda a la frecuencia de funcionamiento del dipolo en cuestión.
- 35 7. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque las longitudes de los distintos dipolos impresos que forman cada agrupación de dipolos de la antena están escaladas por un factor de escalado " $\tau$ ". Este factor de escala puede variar entre 0.5 y 1.
- 40 8. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la anchura de los distintos dipolos impresos que forman cada una de las agrupaciones de dipolos de la antena se obtienen para que la antena presente una impedancia de entrada que permita la correcta adaptación de impedancias de la misma.
- 45 9. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la anchura de los distintos dipolos impresos que forman cada una de las agrupaciones de dipolos de la antena puede ser la misma para todos los dipolos que forman esta agrupación o puede estar escalada por el factor de escalado " $\tau$ ". Este factor de escala puede variar entre 0.5 y 1.
- 50 10. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la separación entre el dipolo más grande de la agrupación y el siguiente dipolo se calcula según las ecuaciones 1 y 2 de la descripción de la invención, donde el parámetro  $\rho$  puede variar entre 0,4 y 1,7.
- 55 11. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la separación entre los distintos dipolos que forman cada agrupación está escalada por el factor de escalado " $\tau$ ". Este factor de escala puede variar entre 0.5 y 1.
- 60 12. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque el factor de escalado de la antena " $\tau$ " puede ser el mismo para todas las agrupaciones de dipolos de la antena o puede ser distinto para cada una de las agrupaciones de dipolos de la antena.
- 65 13. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la separación entre el dipolo más pequeño de cada una de las agrupaciones que forman la antena y el punto de alimentación de la antena se fija a un valor comprendido entre el resultado de la ecuación 3, mostrada en la descripción de la invención, y media longitud de onda en la línea de alimentación de la antena para la frecuencia de funcionamiento más alta de la agrupación en cuestión.
14. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la alimentación de la misma se realiza mediante una línea microcinta situada en ambas caras del sustrato dieléctrico sobre el que se fabrica la antena.
15. Antena impresa para aplicaciones multibanda según reivindicaciones anteriores, **caracterizada** porque la anchura de la línea de alimentación de la misma se calcula para que la impedancia de entrada que presente la antena esté adaptada y produzca máxima transferencia de potencia.

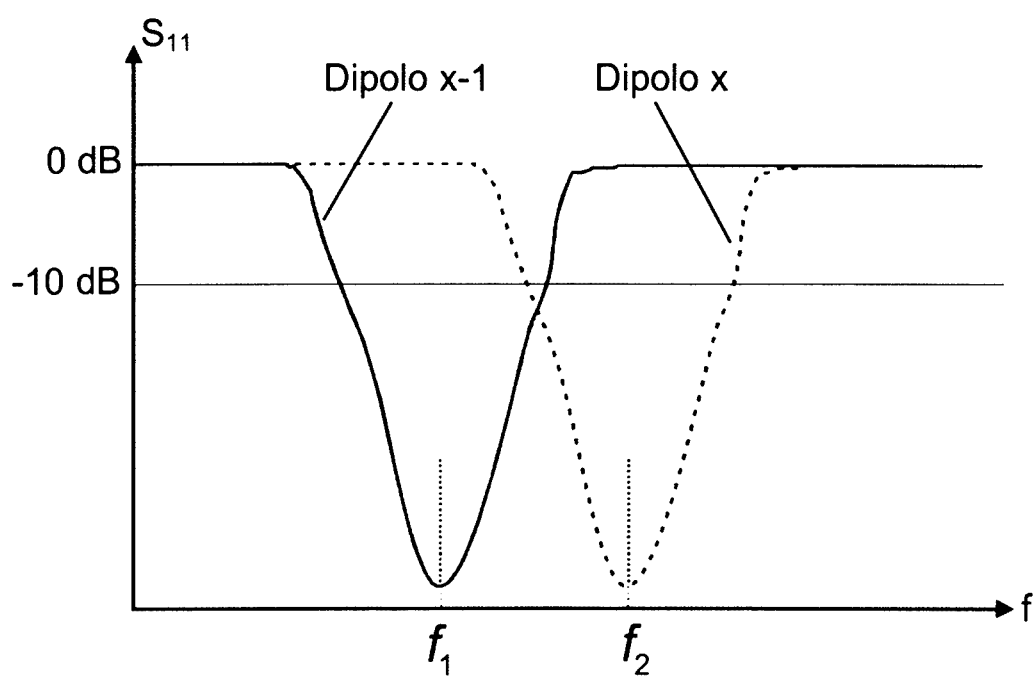




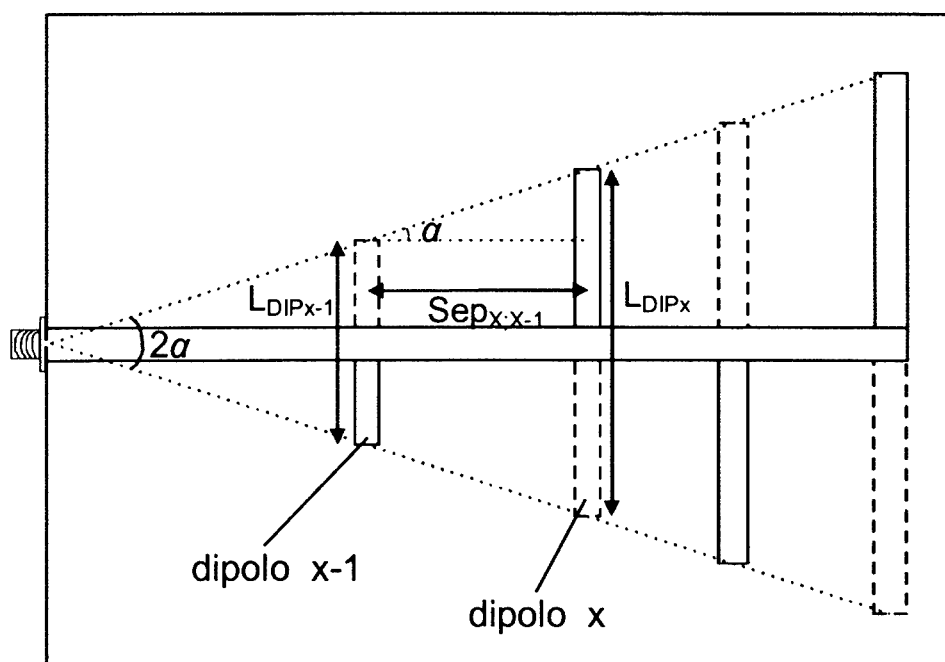
**Fig. 1**



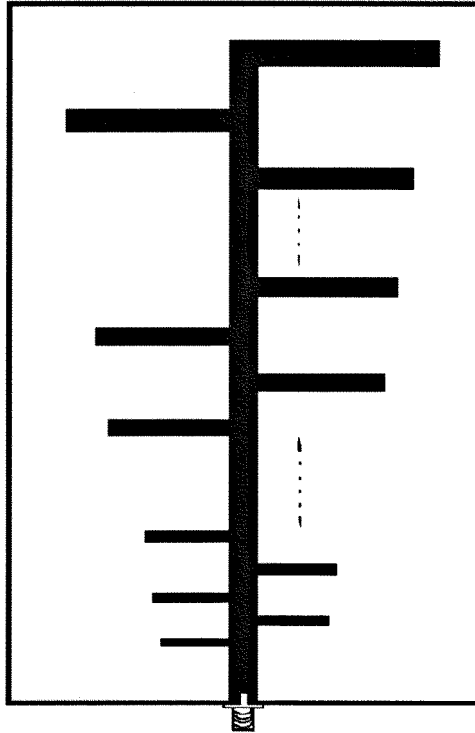
**Fig. 2**



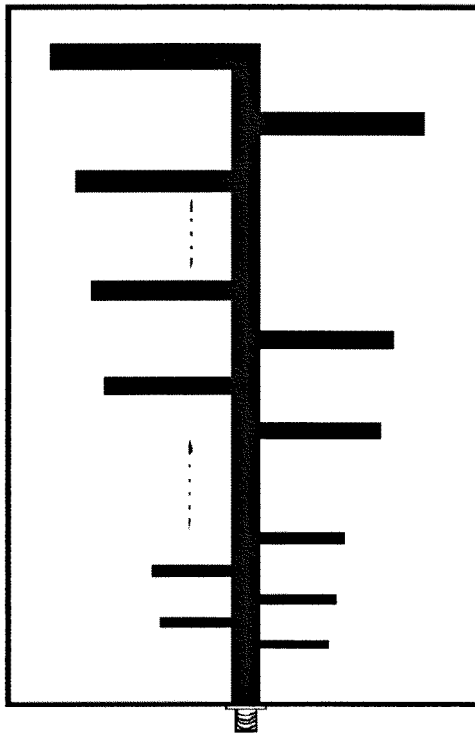
**Fig. 3**



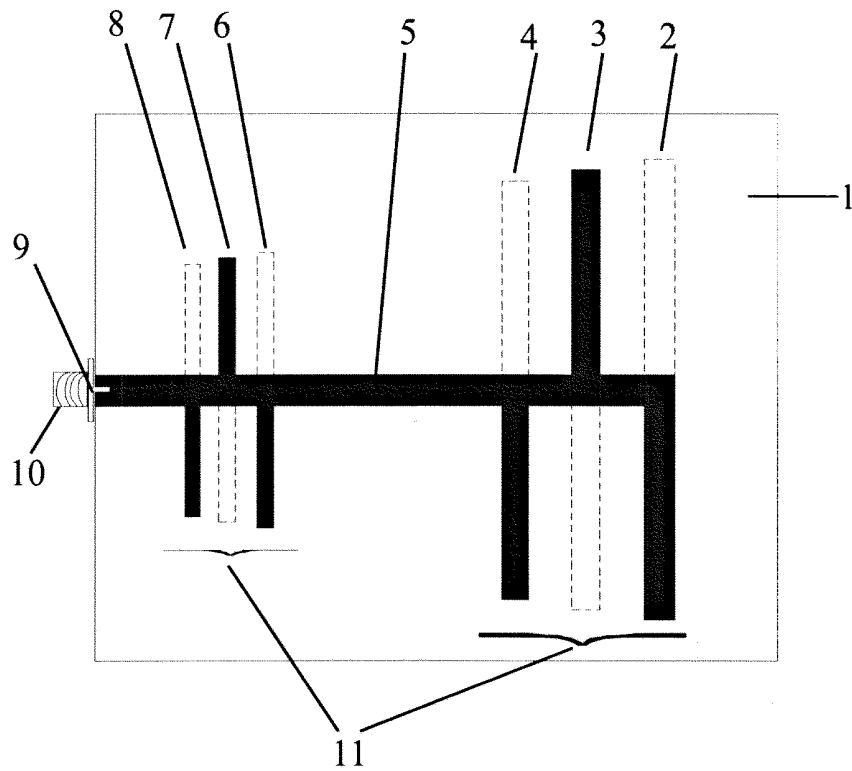
**Fig. 4**



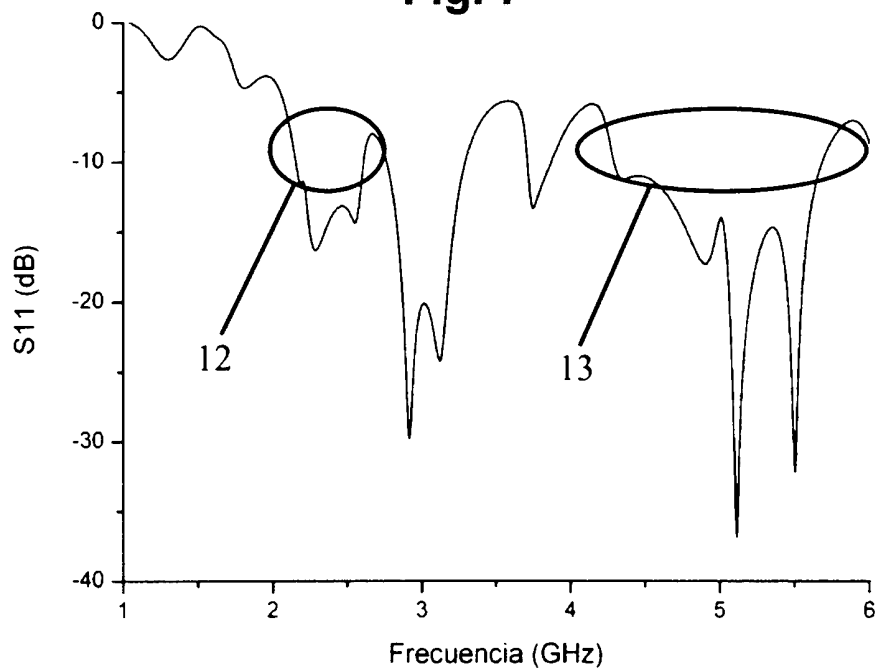
**Fig. 5**



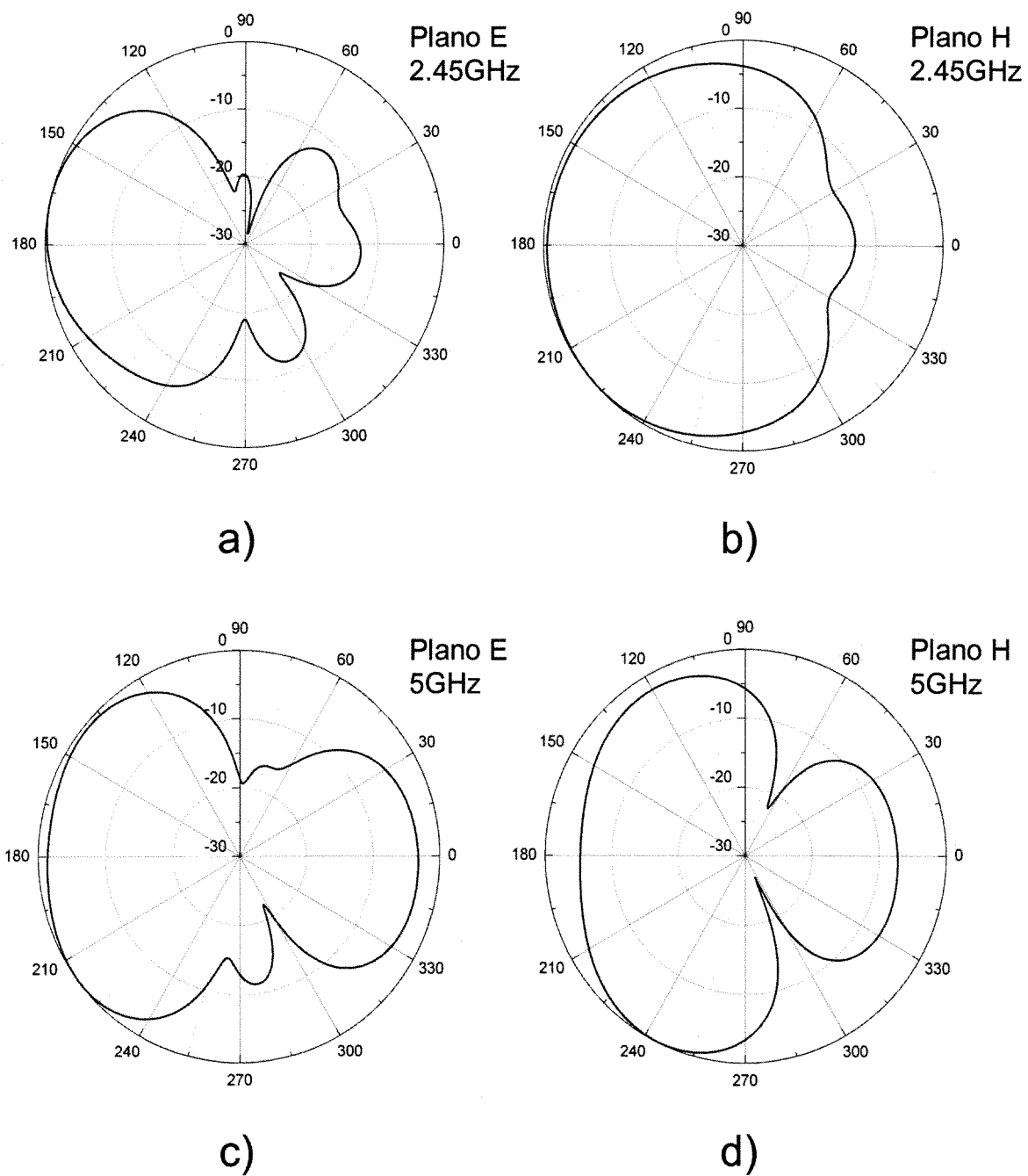
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 327 995

⑫ Nº de solicitud: 200700087

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 10.01.2007

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: Ver hoja adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2006109663 A1 (MATSUSHITA INDUSTRIAL ELECTRIC CO., LTD.) 19.10.2006, todo el documento.	1-5,14
X	SEVSKIY S.; WIESBECK W.: "Ultra-Broadband Omnidirectional Printed Dipole Arrays" ANTENNAS AND PROPAGATION SOCIETY SYMPOSIUM, 2005. IEEE WASHINGTON, DC, JULIO 3-8, 2005, PISCATAWAY, NJ: IEEE, US, 03 julio 2005 (03.07.2005), vol. 3A páginas 545-548, XP010861439 ISBN:0-7803-8883-6.	1-5,14
A	FATON TEFIKU; CRAIG A GRIMES: "Design of Broad-Band and Dual-Band Antennas Comprised of Series-Fed Printed-Strip Dipole Pairs" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, 01.06.2000 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, 01 junio 2000 (01.06.2000), vol. 48 nr. 6, XP011003814 ISSN:0018-926X.	1-15

#### 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

22.10.2009

Examinador

J. Botella Maldonado

Página

1/2

CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

**H01Q 1/38** (2006.01)  
**H01Q 21/30** (2006.01)  
**H01Q 9/16** (2006.01)