

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 382 427**

21 Número de solicitud: 201031563

51 Int. Cl.:

H01P 5/18 (2006.01)

H01P 1/203 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **26.10.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **08.06.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
08.06.2012

71 Solicitante/s:
**UNIVERSITAT AUTÓNOMA DE BARCELONA
EDIF. A - CAMPUS UNIVERSITARIO, S/N
08193 BELLATERRA, Barcelona, ES**

72 Inventor/es:
**VELEZ SAIZ, ADOLFO;
BONACHE ALBACETE, JORGE;
VELEZ RASERO, PARIS y
MARTIN ANTOLIN, JUAN FERNANDO**

74 Agente/Representante:
Gómez-Acebo y Duque de Estrada, Ignacio

54 Título: **DISPOSITIVO DIVISOR DE POTENCIA CON CAPACIDAD FILTRANTE**

57 Resumen:

Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, que comprende un medio de transmisión planar (100) con una tira metálica conductora principal (1), un sustrato dieléctrico (3) y un plano de masa metálico (2); una celda híbrida (200) con un resonador de anillos abiertos (7), una tira metálica (5) con vía (6) y gaps capacitivos (4); y un conjunto (300) que comprende una tira metálica (9) perpendicular a la tira metálica conductora principal (1) y a una tira metálica (12), conectadas al plano de masa metálico (2) mediante vía (10) en paralelo, y un parche metálico (11) emplazado únicamente sobre el plano superior; donde la tira metálica (12) se encuentra dividida a la salida en dos tiras (121, 122) idénticas y simétricas.

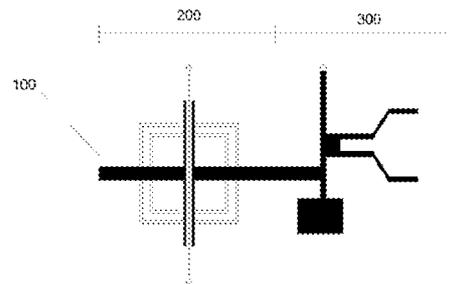


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante

5 Objeto de la invención

10 La presente invención se refiere a un dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, implementado en tecnología planar con capacidad de actuar simultáneamente como filtro de microondas de banda ancha. Dicho dispositivo divisor de potencia está basado en la denominada celda híbrida basada en líneas de transmisión metamaterial y una etapa semi-discreta ("semi-lumped"), basando su funcionamiento en el concepto de auto-transformador o transformador inductivo.

Antecedentes de la invención

15 El uso de elementos circuitales con capacidades filtrantes en aplicaciones de microondas es bien conocido y está suficientemente documentado en la bibliografía. Estos elementos consisten en circuitos capaces de permitir el paso de la señal dentro de unos rangos de frecuencia predeterminados, evitando su transmisión a cualquier otro rango de frecuencia. Para su síntesis en tecnología planar, existen dos posibles aproximaciones al problema. La primera de ellas es la solución convencional, en la que se diseñan filtros mediante metodologías de síntesis estándar tales como los filtros de líneas acopladas. La segunda consiste en la utilización del modelo resonante metamaterial para la síntesis de filtros con respuestas estándar. Dentro de esta segunda aproximación al problema, los resonadores metamaterial han generado un amplio campo de posibilidades en cuanto al diseño de dispositivos más compactos y con mejores prestaciones. En la bibliografía existe un numeroso catálogo de resonadores metamaterial diseñados en tecnología planar con diferentes características, cada una de ellas apropiada para diferentes aplicaciones en el ámbito del diseño de microondas. Sin embargo, la mayoría están inspiradas en el resonador de anillos abiertos SRR o su partícula complementaria el CSRR. Dentro de estos, la conocida como partícula híbrida, basada en el resonador de anillos abiertos complementario, se ha postulado como una alternativa altamente efectiva para la síntesis de filtros pasa-banda debido a su compacto tamaño y su característica en transmisión de altas prestaciones. Por lo tanto, ha sido utilizada para la síntesis de filtros pasa-banda en numerosos trabajos y con resultados altamente efectivos.

35 Otro problema a menudo presente en el campo del diseño de microondas es la división de potencia. En este caso el requerimiento consiste en dividir la potencia de entrada en un dispositivo en dos señales de salida de idéntica potencia. Para su implementación, existen numerosas soluciones convencionales bien conocidas basadas en el diseño de acopladores híbridos o el uso de redes de adaptación tales como el auto-transformador inductivo. Sin embargo, no es muy común la implementación conjunta de ambas funcionalidades en un único dispositivo. Es decir, la implementación de un único elemento circuital pasivo capaz de realizar tareas de filtrado de la señal simultáneamente con la división de potencia en dos salidas idénticas. Si bien dichos elementos con doble funcionalidad no son muy comunes en el ámbito de las microondas debido a su complicado diseño en cuanto a su relación prestaciones-tamaño, la presente solicitud de patente consigue de manera exitosa ambas funcionalidades, a través de un dispositivo divisor de potencia con un alto nivel de eficacia y obteniendo a su vez un alto grado de compactación mediante la unión de la celda híbrida basada en el resonador de anillos abiertos complementario (CSRR) y el concepto de auto-transformador inductivo.

Descripción de la invención

50 La presente invención trata de un dispositivo divisor de potencia, con capacidad para realizar simultáneamente funciones de filtrado de señal con características de banda ancha y división de potencia a frecuencias de microondas y milimétricas en un medio de transmisión planar.

55 De acuerdo con este objetivo, el dispositivo divisor de potencia de la presente invención comprende un medio de transmisión planar con una tira conductora, un plano de masa y un sustrato dieléctrico. Esto permite realizar división de potencia simultáneamente con el filtrado de la señal, lo que se traduce en una reducción del número de dispositivos requeridos.

60 Con conexión directa a este medio de transmisión planar, el dispositivo divisor de potencia comprende una celda híbrida que realiza la función filtrante del dispositivo. La celda híbrida comprende un resonador de anillos abiertos complementario grabado sobre el plano de masa, una conexión directa de la tira conductora principal con el plano de masa mediante una tira metálica provista de vía y gaps capacitivos grabados sobre la tira conductora principal.

- 5 Un tercer conjunto dispuesto en el dispositivo comprende una tira metálica conectada a masa mediante vía en paralelo con un parche metálico capacitivo, para crear una etapa semi-discreta ("semi-lumped"). De este modo, se implementa la división de potencia en el dispositivo mediante el concepto de auto-transformador inductivo.
- 10 Por último, en la etapa de salida, la tira metálica conductora se encuentra dividida en dos tiras idénticas y simétricas.
- 15 La celda híbrida realiza la función filtrante del dispositivo. Dicha celda se corresponde con un filtro pasa banda de orden 3. La tira conductora consta de dos gaps capacitivos situados uno a cada lado de la tira metálica conductora conectada con el plano de masa mediante vía. A su vez, dichos gaps capacitivos están centrados sobre el resonador de anillos abiertos complementario grabado en el plano de masa y separados de este mediante el sustrato dieléctrico.
- 20 Existe cierto nivel de acoplo directo entre la entrada y la salida de dicha celda híbrida que da lugar a la aparición de un cero de transmisión por debajo de la banda de interés.
- 25 Ventajosamente, dicho cero de transmisión por debajo de la banda de interés es utilizado para aumentar la selectividad del filtro en su frecuencia de corte inferior.
- 30 La etapa semi-discreta ("semi-lumped") realiza la función de implementar la división de potencia en el dispositivo mediante el concepto de auto-transformador. Para ello, la etapa de salida se conecta directamente sobre la tira metálica unida al plano de masa mediante vía de la presente etapa semi-discreta ("semi-lumped") a la distancia exacta de la tira conductora determinada mediante diseño.
- 35 Ventajosamente, la adición de la etapa semi-discreta ("semi-lumped") al dispositivo incrementa el orden del filtro a orden 4, aumentando en consecuencia su selectividad.
- 40 Además, la presencia de la tira metálica conectada a masa mediante vía (inductancia) en paralelo con un parche metálico capacitivo provoca la aparición de un cero de transmisión por encima de la banda de paso.
- 45 Ventajosamente, dicho cero de transmisión puede ser utilizado para la eliminación de bandas espurias a frecuencias superiores a la de interés.
- 50 Además, es posible realizar divisores de dimensiones muy reducidas, debido a que las dimensiones de los resonadores de anillos abiertos complementarios son mucho menores que la longitud de onda a la frecuencia de trabajo de los anillos.
- 55 A su vez, es posible implementar anchos de banda grandes gracias al comportamiento en transmisión de la celda híbrida.
- 60 Dicho dispositivo divisor de potencia presenta una elevada selectividad como consecuencia del elevado orden del dispositivo total.
- Dichos dispositivo divisor de potencia presenta bajas pérdidas de inserción, su diseño es simple y su proceso de fabricación es compatible con las tecnologías de fabricación de circuitos impresos e integrados.
- Preferiblemente, los resonadores de anillos abiertos complementarios son grabados sobre el plano de masa y consisten en anillos concéntricos con aberturas opuestas (mismo nivel). Se incluyen también los resonadores abiertos complementarios en espiral o con topologías cuadradas o poliédricas.
- El medio de transmisión planar está basado en líneas de transmisión convencionales (microtira, coplanar, cinta) o variantes de las mismas. Gracias a esta característica, el divisor de potencia se puede implementar en cualquier otro tipo de medio de transmisión compatible con las tecnologías de circuitos impresos o integrados.
- La utilización de anillos abiertos complementarios, permite conseguir una estructura resonante en un amplio rango frecuencial.
- Ventajosamente, el dispositivo divisor de potencia con características filtrantes de la presente invención presenta la posibilidad de fijar diferentes bandas de paso con ancho de banda controlable mediante al diseño de la celda híbrida.

Descripción de los dibujos

5 Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de la realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

10 La Figura 1.- muestra una vista de una realización preferente del dispositivo divisor de potencia de la invención con todos sus elementos. Se observa además la división de potencia en la tira de salida implementada directamente sobre la tira metálica principal conectada al plano de masa mediante vía.

15 La Figura 2.- muestra una vista frontal (2a) y una vista lateral (2b) de una realización preferente del medio de transmisión planar (100). Consiste en una tira metálica principal (1) dispuesta en la parte superior separada del plano de masa metálico (2) de la parte inferior mediante un sustrato dieléctrico (3).

20 La Figura 3.- muestra una realización preferente de la celda híbrida (200) de función filtrante, con un resonador de anillos abiertos complementario (7), y una tira metálica (5) provista de vía (6) y gaps capacitivos (4), que realizan una conexión directa de la tira metálica principal (1) con el plano de masa metálico (2).

25 La Figura 4.- muestra una vista de una realización preferente del conjunto (300), con una tira metálica (9) perpendicular a la tira metálica conductora principal (1), y conectada al plano de masa metálico (2) mediante vía (10) en paralelo, y un parche metálico (11) rectangular emplazado únicamente sobre el plano superior, disponiendo a la salida de la señal de una tira (12) dividida en dos tiras (121, 122) iguales y simétricas.

30 La Figura 5.- muestra el modelo circuital equivalente al sistema completo.

La Figura 6.- muestra un gráfico de la respuesta del dispositivo divisor de potencia de la invención medida a partir de la realización preferente.

35 Realización preferente de la invención

La invención describe un dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, es decir, un único elemento circuital pasivo con capacidad de realiza tareas de filtrado de la señal simultáneamente con la división de potencia en dos salidas idénticas.

40

Este dispositivo divisor de potencia comprende:

- un medio de transmisión planar (100)
- una celda híbrida (200)
- un conjunto (300) basado en el concepto de auto-transformador inductivo

45

El medio de transmisión planar (100) es un medio del tipo "micro-tira". Dicho medio de transmisión planar (100) comprende una tira metálica conductora principal (1), un plano de masa metálico (2) y un sustrato dieléctrico (3) que separa la tira metálica conductora principal (1) del plano de masa metálico (2).

50

La celda híbrida (200) es la encargada de la función filtrante. Dicha celda híbrida (200) comprende al menos un resonador de anillos abiertos complementario (7), y una tira metálica (5) provista de vía (6) y gaps capacitivos (4), que realizan una conexión directa de la tira metálica conductora principal (1) con el plano de masa metálico (2).

55

60 El resonador de anillos abiertos complementario (7) se encuentra grabado sobre el plano de masa metálico (2) centrado bajo los gaps capacitivos (4). Dicho resonador (7) consta de dos anillos concéntricos con aberturas opuestas (8) en 180° , donde dichos anillos abiertos complementarios (7) pueden adoptar diversas formas, pudiendo ser poliédricos o anillos en espiral. También podrían encontrarse dichas aberturas en un ángulo diferente a 180° . El ancho de la línea de transmisión, es decir, de la tira conductora principal (1) viene determinado por la impedancia requerida, típicamente 50Ω . La anchura de los gaps capacitivos (4) la determina el acoplo necesario fijar la frecuencia de resonancia de la rama serie (C_s). La longitud y la anchura de la conexión al plano de masa (2) mediante la tira metálica (5) y vía (6) viene determinada por el valor de inductancia en derivación necesario para ajustar la

frecuencia de resonancia de la rama en derivación (L_p). El funcionamiento como filtro de esta celda híbrida (200) se basa en el concepto de estructura balanceada y por lo tanto, necesariamente, las frecuencias de resonancia de la rama serie y derivación han de coincidir.

5 El dispositivo divisor de potencia de la invención comprende además un conjunto (300) basado en el concepto de auto-transformador inductivo a través de una etapa semi-discreta ("semi-lumped"). Se utiliza como etapa extra de filtrado y por lo tanto, necesariamente tiene que coincidir su frecuencia de resonancia con la de la celda híbrida (200). Dicho conjunto (300) comprende una tira metálica (9) perpendicular a la tira metálica conductora principal (1) y a una tira metálica (12), conectadas al plano de masa metálico (2) mediante vía (10) en paralelo, y un parche metálico (11) de forma rectangular emplazado únicamente sobre el plano superior (C_c). La longitud y anchura de la conexión al plano de masa (2) mediante tira metálica (9) y vía (10) viene determinada por el valor de la inductancia (L_1 y L_2) en derivación necesario para ajustar la frecuencia de resonancia de este conjunto (300). Las dimensiones del parche metálico (11) vienen dadas por el valor de capacidad (C_c) necesitado.

15 A la salida del conjunto (300) se dispone una tira metálica (12) se encuentra dividida en su parte final en dos tiras (121, 122) idénticas y simétricas. Es importante señalar que la potencia de salida por cada una de las tiras (121, 122), que será siempre en valor igual en ambas, dependerá de las distancias a las que se dispongan los elementos componentes del conjunto (300). Es decir, se obtendrá un valor de potencia de salida u otro en función de las distancias entre componentes. De este modo, la distancia entre el centro de la tira metálica conductora principal (1) y el centro de la tira conductora (12), y la distancia entre dicha tira conductora (12) y la vía (10), determinan la potencia de salida por las tiras (121, 122), siempre la misma por ambas tiras (121, 122).

20 En la figura 5 se muestra el modelo circuital equivalente del dispositivo completo. Dicho modelo se encuentra dividido en dos grupos de elementos: el primer grupo corresponde a los elementos circuitales que describen la celda híbrida (200) (C_r , L_r , C_a , L_s , C_s , L_p , C_z , C_f) y el segundo grupo corresponde a los elementos que describen el conjunto (300) (L_1 , L_2 , C_c , L_c).

25 La figura 6 muestra un gráfico de la respuesta medida a partir del dispositivo divisor de potencia descrito en esta realización preferente.

REIVINDICACIONES

- 1.- Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, **caracterizado porque** comprende
- 5 - un medio de transmisión planar (100), que comprende
- una tira metálica conductora principal (1),
- un plano de masa metálico (2),
- un sustrato dieléctrico (3) que separa la tira conductora principal (1) del plano de masa metálico,
- 10 - una celda híbrida (200) que comprende al menos un resonador de anillos abiertos complementario (7), y una tira metálica (5) provista de vía (6) y gaps capacitivos (4) que realizan una conexión directa de la tira metálica principal (1) con el plano de masa metálico (2),
- un conjunto (300) que comprende una tira metálica (9) perpendicular a la tira metálica conductora principal (1) y a una tira metálica (12), conectadas al plano de masa metálico (2) mediante vía (10) en paralelo, y un parche metálico (11) emplazado únicamente sobre el plano superior;
- 15 donde la tira metálica (12) se encuentra dividida a la salida en dos tiras (121, 122) idénticas y simétricas.
- 2.- Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, según reivindicación 1, **caracterizado porque** la distancia entre el centro de la tira metálica conductora principal (1) y el centro de la tira metálica (12), y la distancia entre el centro de dicha tira metálica (12) y la vía (10) está en función de la potencia de salida requerida por las tiras (121, 122).
- 20
- 3.- Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el resonador de anillos abiertos (7) comprende dos anillos concéntricos con aberturas (8) opuestas a 180°.
- 25
- 4.- Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, según reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el resonador de anillos abiertos (7) comprende dos anillos concéntricos con aberturas (8) formando un ángulo distinto a 180°.
- 30
- 5.- Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, según reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los anillos abiertos complementarios (7) son poliédricos.
- 35
- 6.- Dispositivo divisor de potencia con capacidad filtrante, según reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** los anillos abiertos complementarios (7) son anillos en espiral.

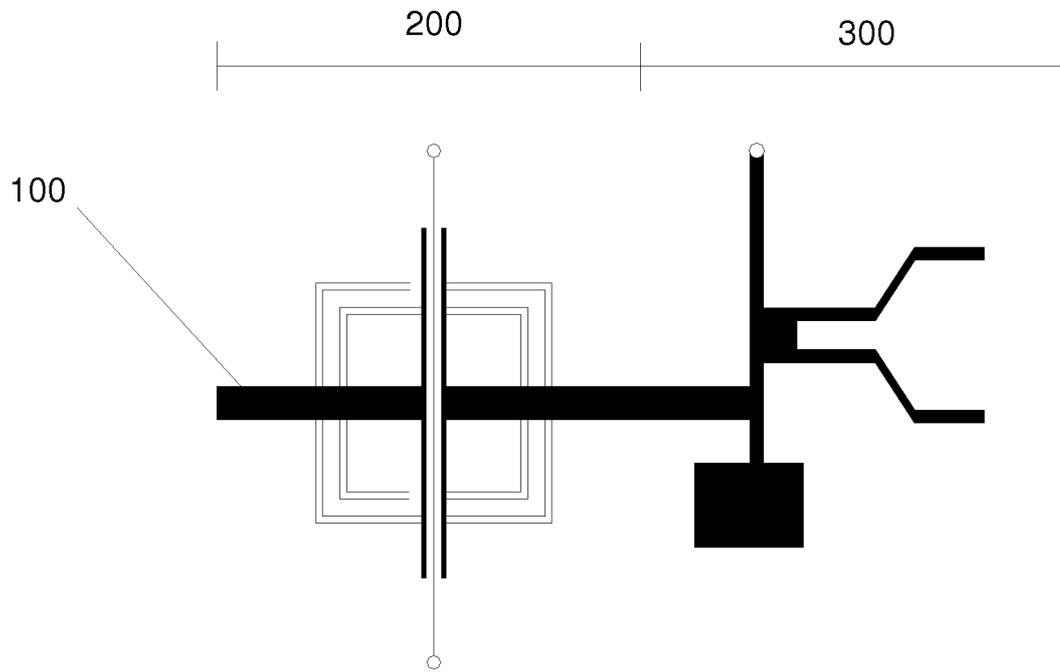


FIG. 1

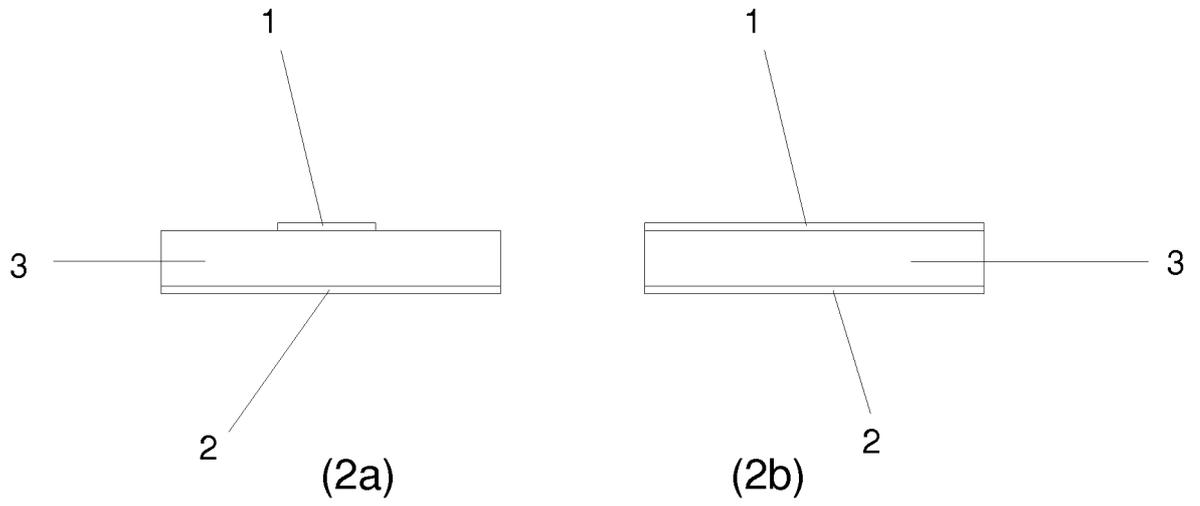


FIG. 2

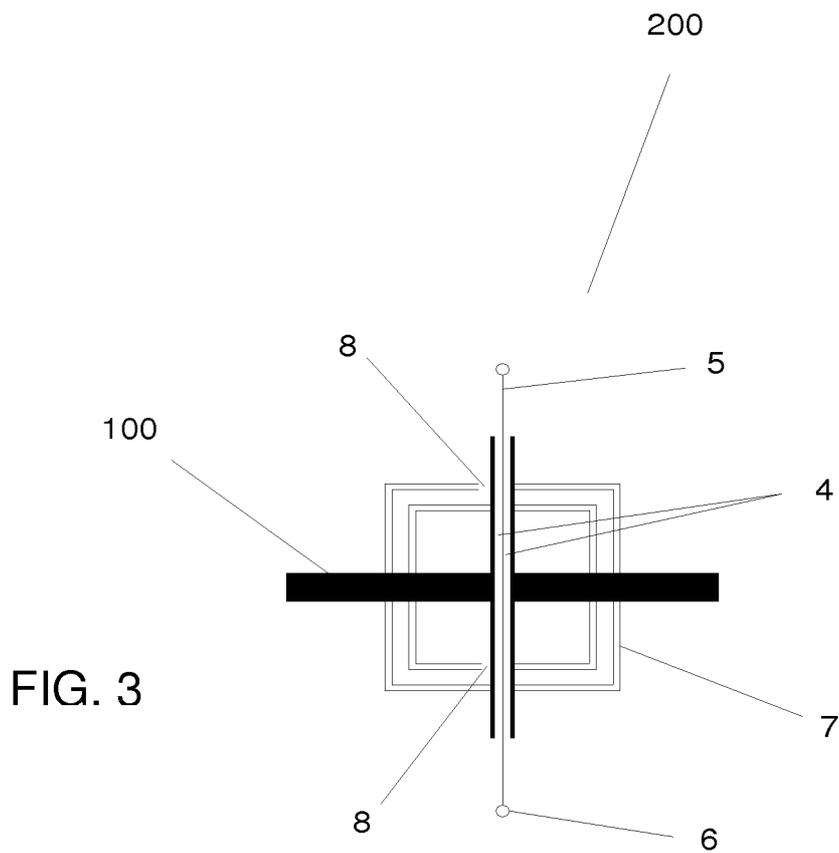


FIG. 3

9

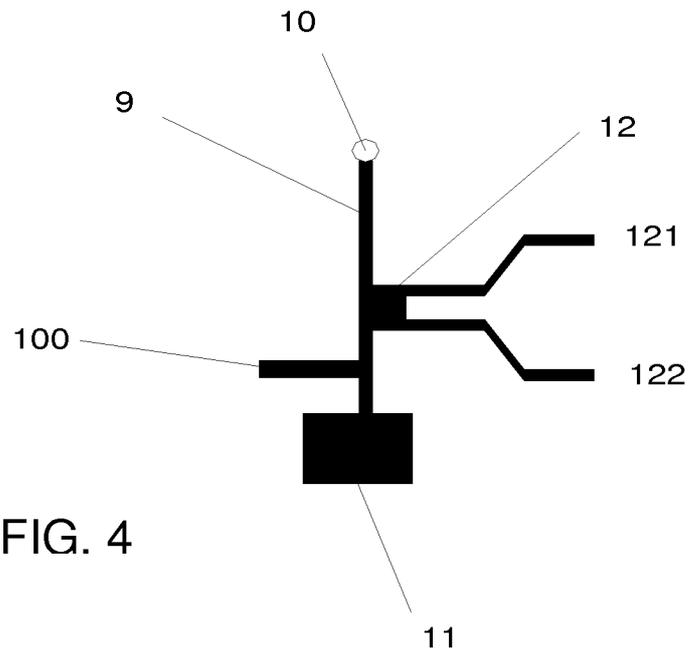


FIG. 4

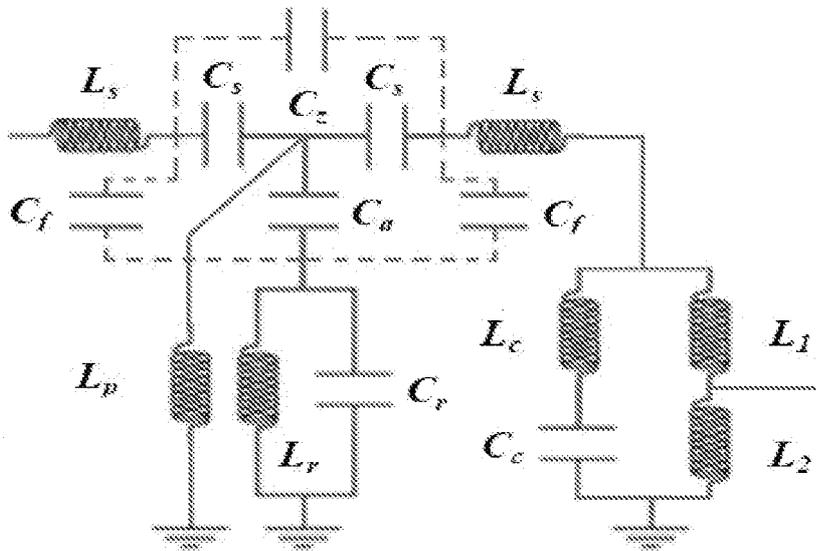


FIG. 5

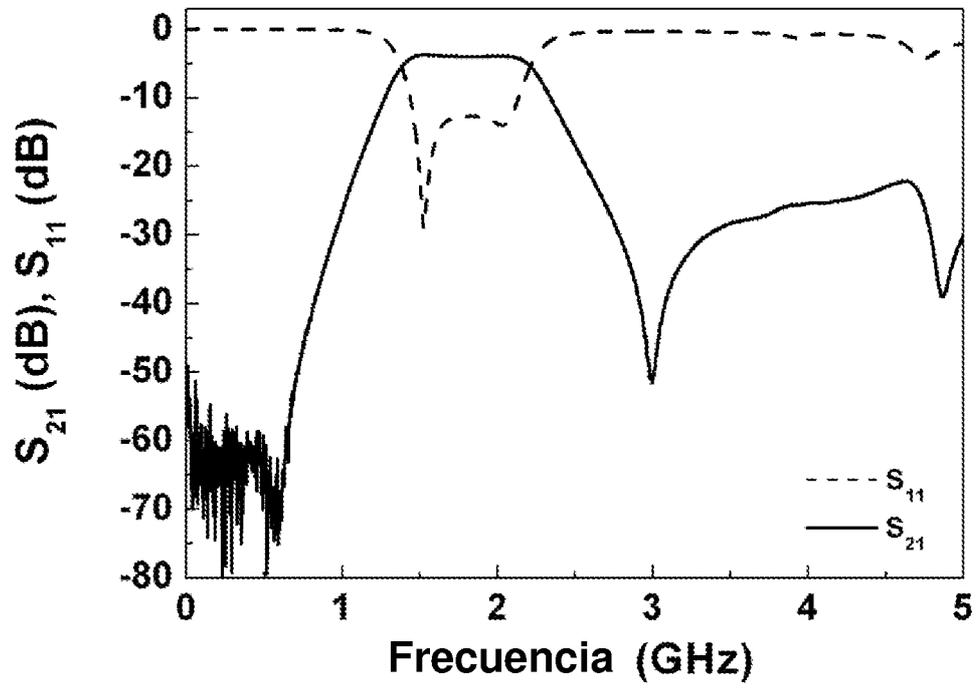


FIG. 6



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

21 N.º solicitud: 201031563

22 Fecha de presentación de la solicitud: 26.10.2010

32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

51 Int. Cl.: **H01P5/18** (2006.01)
H01P1/203 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	GERARD SISO et al. "Dual-band Y-junction power dividers implemented through artificial lines based on complementary resonators". Microwave Symposium Digest, 2008 IEEE MTT-S International, 20080615 IEEE, Piscataway, NJ, USA. Páginas: 663 -666. XP031326869 ISBN 978-14244-1780-3 ; ISBN 1-4244-1780-5	1-6
A	BONACHE J. et al.. "Complementary split ring resonators for microstrip diplexer design". ELECTRONICS LETTERS, 20050707 IEE STEVENAGE, GB. Vol. 41 , No. 14 , Páginas:810 -811. XP006024690 ISSN 0013-5194	1-6
A	DURÁN-SINDREU M. et al.. "Applications of Open Split Ring Resonators and Open Complementary Split Ring Resonators to the Synthesis of Artificial Transmission Lines and Microwave Passive Components". IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, 20091201 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US. Vol. 57 , No. 12 , Páginas: 3395 -3403. XP011284693 ISSN 0018-9480.	1-6

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
28.05.2012

Examinador
J. Botella Maldonado

Página
1/4

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

H01P

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: 28.05.2012

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-6	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-6	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	GERARD SISO et al. "Dual-band Y-junction power dividers implemented through artificial lines based on complementary resonators". Microwave Symposium Digest, 2008 IEEE MTT-S International, 20080615 IEEE, Piscataway, NJ, USA. Páginas: 663 -666. XP031326869 ISBN 978-14244-1780-3 ; ISBN 1-4244-1780-5	
D02	BONACHE J. et al.. "Complementary split ring resonators for microstrip diplexer design". ELECTRONICS LETTERS, 20050707 IEE STEVENAGE, GB. Vol. 41 , No. 14 , Páginas: 810 -811. XP006024690 ISSN 0013-5194	
D03	DURÁN-SINDREU M. et al.. "Applications of Open Split Ring Resonators and Open Complementary Split Ring Resonators to the Synthesis of Artificial Transmission Lines and Microwave Passive Components". IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, 20091201 IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US. Vol. 57 , No. 12 , Páginas: 3395 -3403. XP011284693 ISSN 0018-9480.	

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

El documento D01 muestra una aplicación de líneas de transmisión CRLH basadas en resonadores de anillos abiertos o su complementario, en el diseño de un divisor de potencia en banda dual en el que el inversor de impedancia, presenta la impedancia y fase características a las frecuencias de diseño. El diseño no utiliza vías ni elementos discretos por lo que es plenamente compatible con la tecnología planar. El documento D02 presenta el diseño de un diplexor microstrip para microondas en el que los filtros receptor y transmisor utilizan resonadores de anillos complementarios en el plano de masa y gaps capacitivos y vías inductivas en la capa metálica superior. El documento D03 estudia la aplicación de resonadores de anillos abiertos y su complementario en la síntesis de líneas de transmisión CRLH, se muestran ejemplos de estas líneas artificiales con distintas topologías y características así como aplicaciones, en particular, el diseño de un divisor de potencia en banda dual. Consideramos que ninguno de estos documentos anticipa la invención tal como se presenta en las reivindicaciones de la 1ª a la 6ª ni hay en ellos sugerencias que dirijan al experto en la materia hacia el objeto reivindicado en las citadas reivindicaciones. Por lo tanto la invención tal como se reivindica en las reivindicaciones de la 1ª a la 6ª posee novedad y actividad inventiva.