(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
Oficina internacional

(43) Fecha de publicación internacional
6 de Diciembre de 2007 (06.12.2007)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2007/138133 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
H01P 3/08 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2007/000307

(22) Fecha de presentación internacional:
25 de Mayo de 2007 (25.05.2007)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P200601386 26 de Mayo de 2006 (26.05.2006) ES

(71) Solicitante *(para todos los Estados designados salvo US)*: **UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA** [ES/ES]; Area I+D, Edifici A - Campus universitari s/n, E-08193 Bellaterra Barcelona (ES).

(72) Inventores; e

(75) Inventores/Solicitantes *(para US solamente)*: **BONACHE ALBACETE, Jorge** [ES/ES]; Area I+D - Edifici A-Campus universitari s/n, 08193 Bellaterra (ES). **MARTIN ANTOLIN, Juan Fernando** [ES/ES]; Area 1+D - Edifici A-Campus universitari s/n, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES). **GARCIA GARCIA, Juan José** [ES/ES]; Area 1+D - Edifici A-Campus universitari s/n, E-08193 Bellaterra (Barcelona) (ES). **GIL GALI, Ignacio** [ES/ES]; Area I+D - Edifici A-Campus universitari s/n, 08193 Bellaterra (ES). **GIL Barba, Marta** [ES/ES]; Area 1+D - Edifici A-Campus universitari s/n, E-08193 Bellaterra (ES).

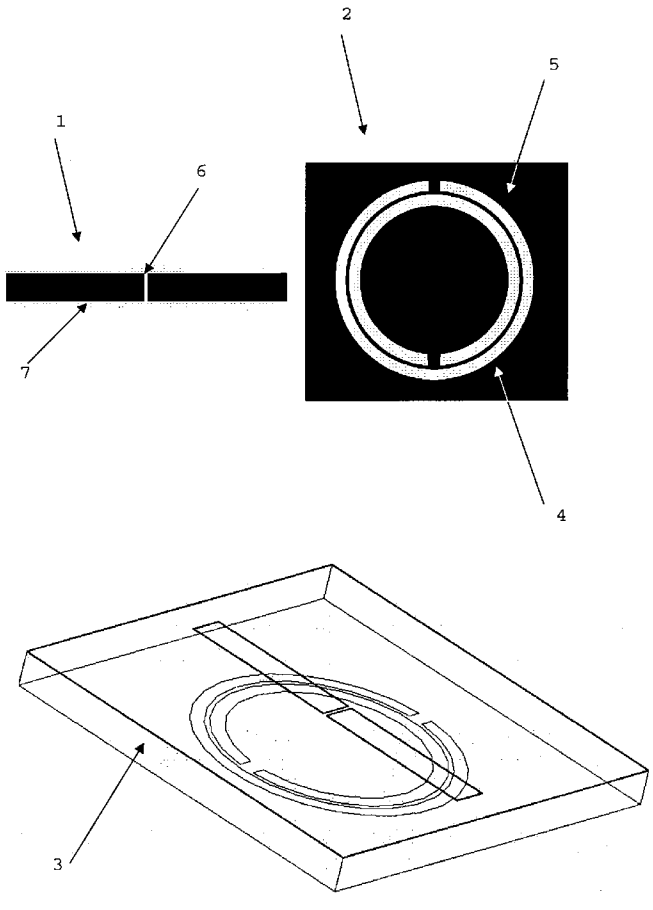
(74) Mandatario: **UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA**; Area 1+D, Edifici A-Campus universitari s/n, E-08193 Bellaterra (ES).

(81) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW,

[Continúa en la página siguiente]

(54) **Title:** PLANAR ARTIFICIAL TRANSMISSION LINE

(54) **Título:** LINEA DE TRANSMISIÓN ARTIFICIAL PLANAR



(57) **Abstract:** Planar artificial transmission line comprising a means for planar transmission (7) of the microstrip type, coplanar or as a tape, or variants thereof and at least one stage comprising an open loop resonator (4) and an additional element (6) for obtaining a propagative medium with backwardly moving waves (left-handed medium). It also comprises metal joints between the central conducting strip and the earth plane. With these elements artificial left-handed transmission lines based on open loop resonators having controllable characteristics (electrical length and characteristic impedance) and greater flexibility making it possible to achieve greater controllability of the frequency response of the artificial line are obtained.

(57) **Resumen:** Línea de transmisión artificial planar que comprende un medio de transmisión planar (7) del tipo microstrip, coplanar o en cinta, o variantes de los mismos y por lo menos una etapa consistente en un resonador de anillos abiertos (4) y un elemento adicional (6) para la obtención de un medio propagativo con ondas de retroceso (medio zurdo). También comprende uniones metálicas entre la tira central conductora y el plano de masa. Con estos elementos, se obtienen líneas de transmisión artificiales zurdas basadas en resonadores de anillos abiertos con características controlables (longitud eléctrica e impedancia característica) y mayor flexibilidad que permite obtener una mayor controlabilidad de la respuesta frecuencial de la línea artificial.

WO 2007/138133 A1

BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Estados designados *(a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

— *con informe de búsqueda internacional*

— *antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones*

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

Línea de transmisión artificial planar

La presente invención se refiere a líneas de transmisión artificiales planas con características controlables implementadas mediante resonadores de anillos abiertos y con características de propagación correspondientes a un medio que soporta ondas de retroceso, o medio zurdo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Son conocidas líneas de transmisión planares consistentes de un tira metálica conductora separada de una (o varias) superficies metálicas o planos de masa mediante un dieléctrico o combinación de varios dieléctricos. En tales líneas de transmisión se produce la propagación de señales electromagnéticas cuando se excita, mediante una señal de tensión o corriente, uno de los extremos de dicha tira conductora en referencia al plano de masa, propagándose la señal hacia el otro extremo de la línea de transmisión. Dentro de las líneas de transmisión conocidas, existen diversas configuraciones, dependiendo de la disposición relativa entre el o los dieléctricos, la tira conductora y los planos de masa, tales como la línea microtira, la línea coplanar (o guía de ondas coplanar) y línea stripline, entre otras.

También son conocidas líneas de transmisión artificiales basadas en líneas de transmisión planas convencionales (líneas *host*) cargadas con resonadores de anillos abiertos o con resonadores de anillos abiertos complementarios y topologías de ellos derivadas. En tales estructuras, los resonadores de anillos abiertos o los resonadores de anillos abiertos complementarios se

disponen de manera tal que se produzca un determinado acoplamiento magnético y/o eléctrico entre dichos resonadores y la línea de transmisión *host*. Además son necesarios elementos adicionales para obtener las características de un medio propagativo en la vecindad de la frecuencia de resonancia de tales resonadores de anillos abiertos o resonadores de anillos abiertos complementarios. En el primer caso son necesarios elementos inductivos en derivación, que en la práctica se pueden implementar mediante uniones metálicas entre la tira conductora y los planos de masa. En el segundo caso son necesarios *gaps* capacitivos en configuración serie con la línea de transmisión. En ambos casos se consiguen medios propagativos con las características de una estructura zurda en una cierta banda de frecuencia alrededor de la frecuencia de resonancia.

Mediante las mencionadas estructuras basadas en resonadores de anillos abiertos o en resonadores de anillos abiertos complementarios, se obtienen medios propagativos artificiales con las características de un medio zurdo, pero en ningún caso se tiene control sobre los parámetros que caracterizan la línea de transmisión, esto es la constante de fase y la impedancia característica, o relación entre las ondas de tensión y corriente en la línea.

Una limitación de las líneas de transmisión convencionales anteriormente citadas concierne al limitado rango de impedancias características que se pueden obtener. Además, dichas líneas de transmisión tienen una longitud física que depende y es aproximadamente proporcional a la longitud eléctrica de la línea, o desfase entre la señal a la entrada y a la salida de la línea de transmisión. Tal longitud eléctrica puede ser pues considerable si se desean implementar líneas de

transmisión con un desfase significativo.

Una limitación de las mencionadas líneas de transmisión artificiales basadas en resonadores de anillos abiertos o en resonadores de anillos abiertos complementarios, radica en el hecho de que mediante tales estructuras no se ha propuesto un método para controlar a voluntad las características eléctricas (impedancia característica y longitud eléctrica) de la línea artificial.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El objetivo de la presente invención es resolver los inconvenientes antes mencionados, desarrollando líneas de transmisión artificiales zurdas con características controlables (longitud eléctrica e impedancia característica) basadas en resonadores de anillos abiertos o en resonadores de anillos abiertos complementarios.

De acuerdo con este objetivo, las líneas de transmisión artificiales zurdas de la presente invención se caracterizan por el hecho de que comprenden un medio de transmisión planar, por el hecho de que comprende al menos una etapa consistente en un resonador de anillos abiertos (o resonador de anillos abierto complementario) y un elemento adicional para la obtención de un medio propagativo con ondas de retroceso (medio zurdo), y por el hecho de que se puede controlar el valor de la impedancia característica y la longitud eléctrica de la línea a la frecuencia de operación deseada.

Estas características permiten realizar líneas de transmisión de reducidas dimensiones, debido a que las dimensiones de los resonadores de anillos abiertos son menores que la longitud de onda a la frecuencia de

resonancia de los mismos. Además, se pueden implementar mediante esta técnica líneas artificiales con impedancias características que pueden variar en un amplio rango, típicamente muy superior a aquel que se puede alcanzar mediante líneas de transmisión planas convencionales.

Además, en la medida que los dieléctricos y metales utilizados para su fabricación tengan bajos niveles de pérdidas y resistividad, respectivamente, las líneas artificiales objeto de la presente invención presentan bajas pérdidas de inserción a las frecuencias de operación, 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 son complementarios, están grabados en el plano de masa metálico o bien en la tira central conductora y están acoplados eléctricamente a la línea de transmisión, y existe un *gap* capacitivo dispuesto en serie con la tira conductora. Dichos resonadores de anillos abiertos complementarios pueden ser de geometría circular o poliédrica en general, pueden tener uno o más cortes en cada anillo del par. Alternativamente, los resonadores se pueden implementar mediante espirales complementarias, igualmente gravadas en el plano de masa metálico. Además la línea de transmisión artificial requiere de un elemento adicional consistente de al menos un *gap* capacitivo gravado en la tira conductora y dispuesto encima de la zona ocupada por los resonadores de anillos abiertos o bien fuera de ella.

Adicionalmente, para incrementar el ancho de banda de la línea artificial se puede disponer un elemento metálico (o *stub*), conectado a masa mediante una via metálica, a modo de inducción en derivación entre la tira conductora y el plano de masa.

Según otra realización, los resonadores de anillos abiertos son metálicos (no complementarios), y están grabados de manera que se produzca acoplamiento magnético entre la tira conductora y tales resonadores de anillos abiertos metálicos existiendo uniones metálicas entre la tira conductora y el plano de masa. Dichos resonadores de anillos abiertos pueden ser de geometría circular o poliédrica en general, y pueden tener uno o más cortes en cada anillo del par. Alternativamente, los resonadores se pueden implementar mediante espirales metálicas, o bien mediante anillos grabados en diferentes niveles de metal para conseguir un mayor acoplo capacitivo entre los anillos que forman el resonador y por tanto un mayor nivel de miniaturización de tales resonadores. Según esta realización, para la obtención de una línea de transmisión artificial se requiere además de elementos adicionales, es decir de al menos un *stub* (a modo de inducción en derivación) entre la tira conductora y el plano de masa.

Preferiblemente, la línea de transmisión planar *host* es de tipo microtira, coplanar cinta, o variantes de las mismas. Gracias a esta característica, las líneas de transmisión artificiales se pueden implementar en cualquier tipo de tecnología planar, compatible con los procesos de fabricación de circuitos impresos o integrados. La línea de transmisión de cinta es conocida como "stripline".

Ventajosamente, mediante las líneas de transmisión artificiales zurdas de la presente invención se pueden obtener medios propagativos planares con impedancia característica controlable en un amplio margen, así como también se puede controlar la longitud eléctrica, y ello con tamaños reducidos gracias a las pequeñas dimensiones de los resonadores de anillos abiertos y de los resonadores de anillos abiertos complementarios.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para mayor comprensión de cuanto se ha expuesto, se acompañan unos dibujos en los que, esquemáticamente y sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa una realización preferida de las líneas de transmisión artificiales zurdas objeto de la presente invención y la respuesta frecuencial correspondiente a una línea de transmisión artificial con una impedancia característica de 70Ω y una longitud eléctrica a la frecuencia de operación (1.5 GHz) de 90°.

La figura 1 muestra una realización preferida para una línea de transmisión artificial zurda implementada mediante un resonador de anillos abiertos complementarios grabados en el plano de masa de una línea microtira. Además la línea artificial contiene un *gap* capacitivo grabado en la tira conductora.

La figura 2 muestra el circuito eléctrico equivalente de la línea artificial mostrada en la figura 1.

La figura 3 muestra un gráfico de la respuesta frecuencial de la línea cuyas características a la frecuencia de diseño son de una impedancia característica de 70Ω y una longitud eléctrica de 90°.

DESCRIPCION DE UNA REALIZACIÓN PREFERIDA

La figura 1 de la presente invención muestra una línea de transmisión artificial zurda implementada en tecnología microtira. Se muestra la cara anterior 1 y posterior 2 del substrato dieléctrico 3. En la cara posterior del substrato se ha grabado un resonador de

anillos abiertos complementarios 4 en el plano de masa metálico 5. En la cara anterior, el *gap* capacitivo 6 se dispone en serie con la tira conductora 7.

La figura 2 muestra el circuito equivalente de la línea artificial de la figura 1, consistente en una capacidad serie C_g que modela el *gap* capacitivo, una inducción L que modela la línea *host*, y una capacidad de acoplo C entre la tira conductora y los resonadores de anillos abiertos, los cuales se modelan mediante un resonador paralelo formado por la capacidad C_c y la inducción L_c.

El procedimiento de diseño de la línea artificial correspondiente a la realización preferida consiste en determinar los elementos del circuito equivalente según las siguientes ecuaciones:

$$C_g = \frac{1}{2\omega_c Z_c}\sqrt{\frac{1+\cos\phi_c}{1-\cos\phi_c}}$$

$$L_c = \frac{Z_c}{2}\sqrt{\frac{1+\cos\phi_c}{1-\cos\phi_c}}\frac{\omega_C}{\omega_H^4}\frac{(\omega_H^2-\omega_L^2)(\omega_H^2-\omega_C^2)}{(\omega_C^2-\omega_L^2)}$$

$$C_c = \frac{1}{L_c\omega_H^2}$$

$$C = \frac{2\omega_H^2(\omega_C^2-\omega_L^2)\sqrt{1-\cos^2(\phi_c)}}{Z_c\omega_C\left[\omega_C^2(1+\cos\phi_c)(\omega_H^2-\omega_L^2)-2\omega_H^2(\omega_C^2-\omega_L^2)\right]}$$

donde $\omega_C=2\pi f_c$, siendo f_c la frecuencia de operación de la línea artificial, Z_c la impedancia característica de la línea artificial y ϕ_c la longitud eléctrica de la línea. ω_H y ω_L son dos frecuencias situadas respectivamente por encima y por debajo de la frecuencia ω_C que se establecen arbitrariamente pero con la condición de que los parámetros eléctricos de la línea de transmisión

artificial, y que aparecen en la figura 2, sean positivos. El parámetro L se elige de manera que la frecuencia de resonancia asociada al resonador formado por la capacidad C_g y el inductor L quede por encima de la frecuencia ω_c. A partir de tales parámetros, se obtiene la geometría de la línea de transmisión artificial mediante modelos conocidos que permiten obtener las dimensiones a partir de los parámetros eléctricos, y se ajustan las dimensiones mediante optimizadores para obtener las características deseadas (impedancia característica y longitud eléctrica) para la frecuencia de operación f_c.

Alternativamente, para incrementar el ancho de banda de la línea artificial se puede elegir la inductancia L de manera que la frecuencia de resonancia correspondiente al resonador formado por los elementos L y C_g coindica con la resonancia de los resonadores de anillos abiertos complementarios, formados por los elementos L_c y C_c.

Alternativamente, los resonadores de anillos abiertos complementarios pueden tener geometría poliédrica y/o pueden presentar más de una abertura y/o pueden realizarse en configuración de espiral.

Adicionalmente se podrá introducir una unión metálica entre la tira conductora y el plano de masa a modo de inducción en derivación al efecto de conseguir una mayor flexibilidad de diseño que permita obtener una respuesta frecuencial de la línea artificial con un mayor ancho de banda.

Alternativamente la línea de transmisión artificial zurda se puede implementar mediante cualquier otro tipo de medio de transmisión planar y mediante resonadores de anillos abiertos metálicos en acoplamiento magnético con la línea de transmisión. En este caso, los resonadores de anillos abiertos metálicos se grabarán de manera que se magnifique tal acoplamiento magnético. También en este

caso, se dispondrán uniones metálicas (*stubs*) para poder conseguir las características de un medio propagativo a la frecuencia de operación deseada.

La figura 3 muestra el gráfico correspondiente a la respuesta frecuencial 8 de la línea de transmisión artificial 1 descrita en la presente invención, donde se han considerado puertos de 70Ω de impedancia y se puede apreciar la buena adaptación de la línea a la frecuencia de operación de la misma, que se ha fijado en 1.5 GHz. También en la figura 3 se puede apreciar la fase del coeficiente de transmisión 9 de la citada estructura, donde se puede apreciar una variación de 90° a la frecuencia de operación de la línea.

A pesar de que se ha descrito y representado una realización concreta de la presente invención, es evidente que el experto en la materia podrá introducir variantes y modificaciones, o sustituir los detalles por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Línea de transmisión artificial planar para microondas y ondas milimétricas caracterizada por el hecho de que comprende un medio de transmisión planar de tipo microstrip, coplanar o en cinta, o variantes de los mismos, y por el hecho de que comprende por lo menos una etapa consistente en un resonador de anillos abiertos y un elemento adicional para la obtención de un medio propagativo con ondas de retroceso (medio zurdo).

2. Línea de transmisión artificial planar según la reivindicación 1 caracterizada por el hecho de que los resonadores de anillos abiertos son complementarios y están grabados en el plano de masa o bien en la tira central conductora, y por el hecho de que existe un *gap* capacitivo dispuesto en serie con la tira conductora.

3. Línea de transmisión artificial planar según la reivindicación 2 caracterizada por el hecho de que existen uniones metálicas entre la tira central conductora y el plano de masa, obteniéndose una mayor flexibilidad que permite obtener una mayor controlabilidad de la respuesta frecuencial de la línea artificial.

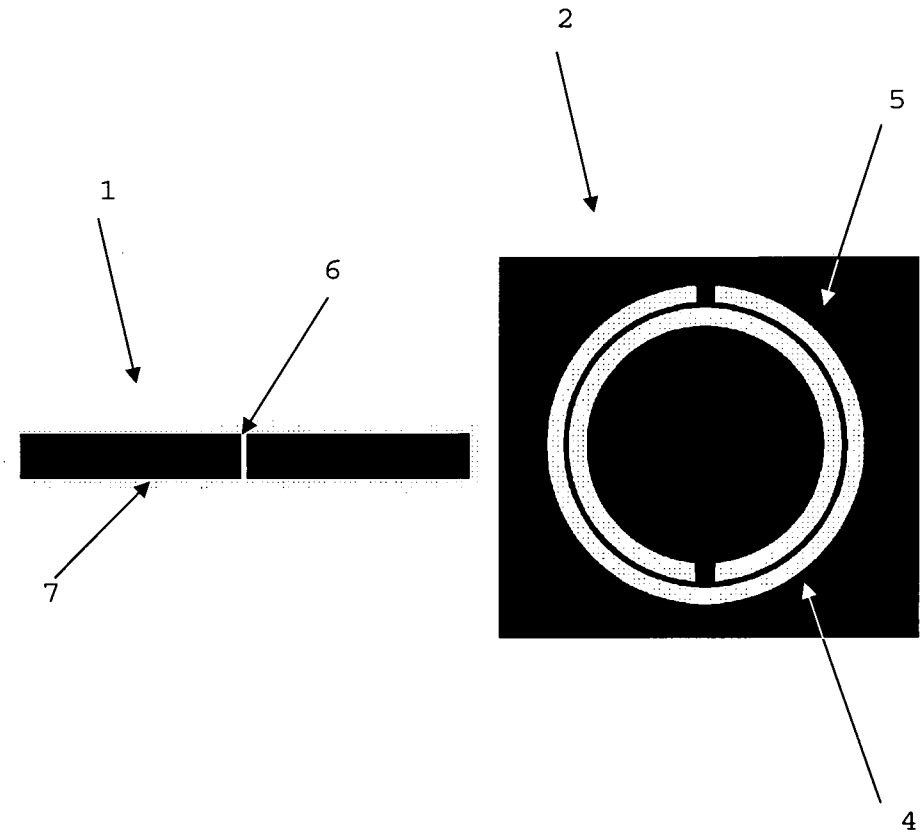
4. Línea de transmisión artificial planar según la reivindicación 1 caracterizada por el hecho de que los resonadores de anillos abiertos son metálicos y están grabados de manera que se produzca acoplamiento magnético entre la tira conductora y tales resonadores de anillos abiertos metálicos y por el hecho de que existen uniones metálicas entre la tira conductora y el plano de masa.

5. Línea de transmisión artificial planar según la

reivindicación 4 caracterizada por el hecho de que existen gaps capacitivos en serie con la tira central conductora, obteniéndose una mayor flexibilidad que permite obtener una mayor controlabilidad de la respuesta frecuencial de la línea artificial.

6. Línea de transmisión artificial planar según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizada por el hecho de que los anillos abiertos son de geometría circular o poliédrica, presentan una pluralidad de aberturas y o elementos metálicos grabados en uno o más niveles de metal.

FIGURA 1



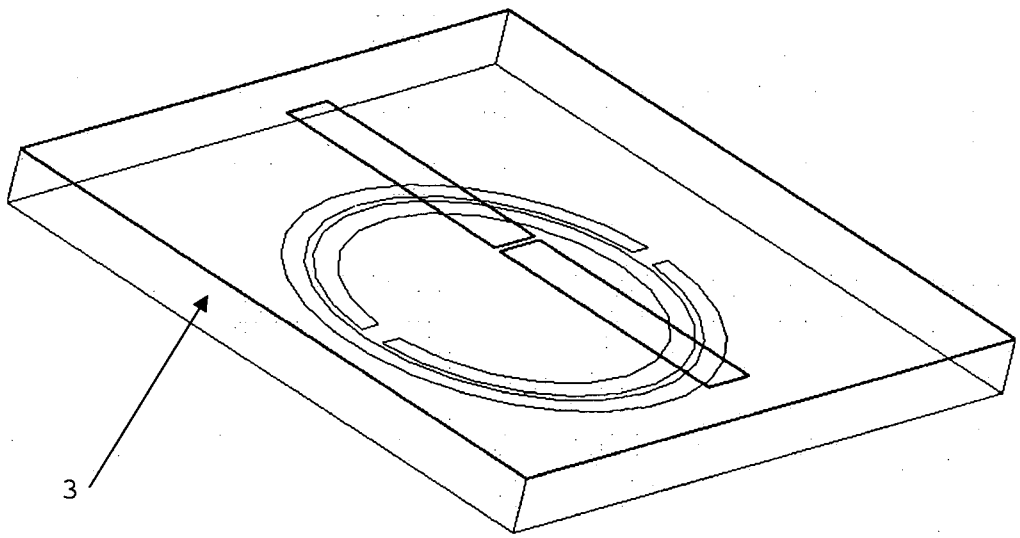


FIGURA 2

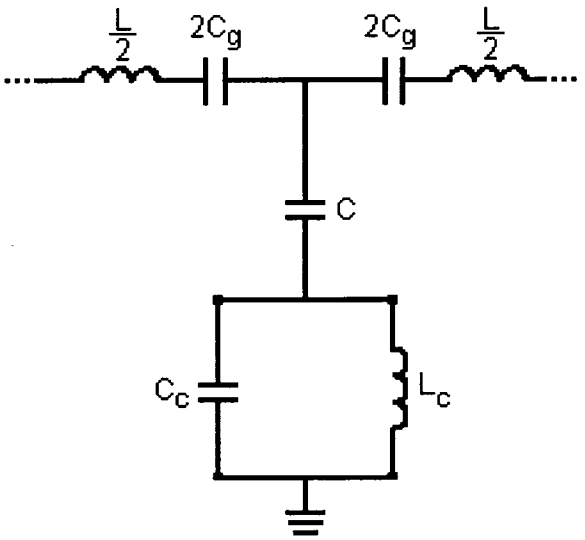
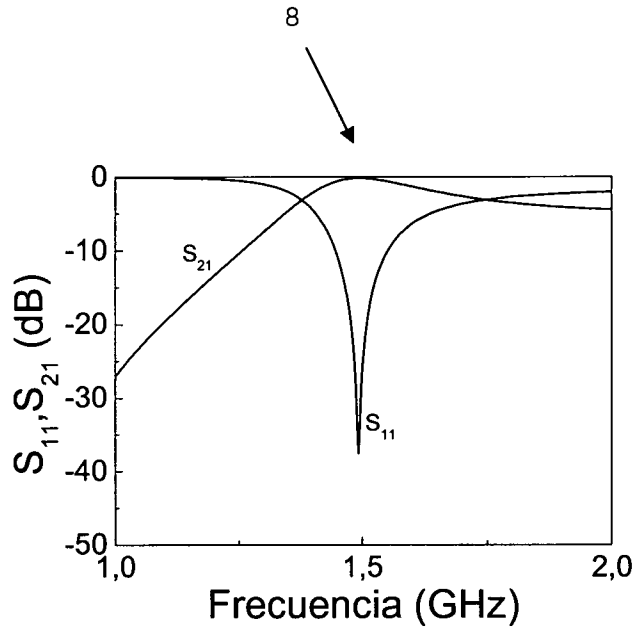
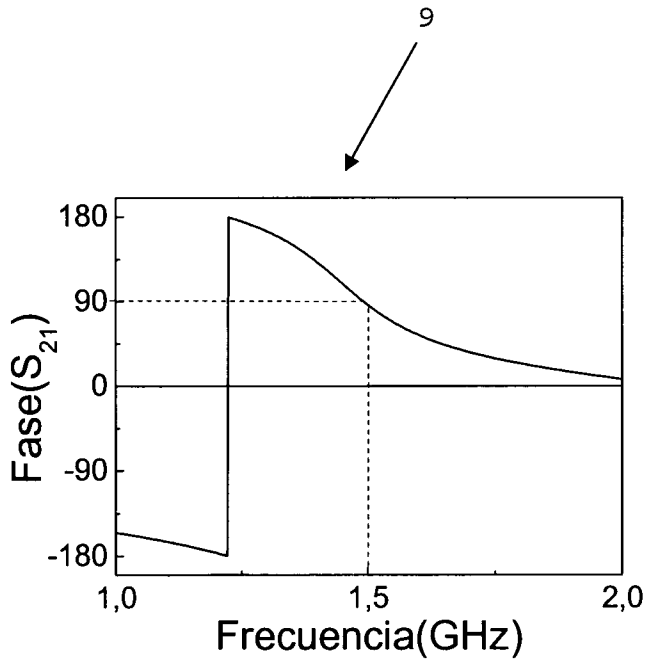


FIGURA 3


8
0
-10
-20
-30
-40
-50
S_{11}, S_{21} (dB)
S_{21}
S_{11}
1,0
1,5
2,0
Frecuencia (GHz)


9
180
90
0
-90
-180
Fase(S_{21})
1,0
1,5
2,0
Frecuencia(GHz)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/ ES 2007/000307

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 3/08 (2006.01)
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01P3/08

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, INSPEC, NPL, XPESP, XPEAIP

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Baena, J.D.; Bonache, J.; Martin, F.; Sillero, R. M.; Falcone, F.; Lopetegi, T.; Laso, M.A.G.; Garcia-Garcia, J.; Gil, I.; Portillo, M.F.; Sorolla, M.. "Equivalent-circuit models for split-ring resonators and complementary split- ring resonators coupled to planar transmission lines", Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Volume 53, Issue 4, Part 2, April 2005 Page(s):1451 - 1461 [online][retrieved on 11.09.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/22/30700/01420785.pdf?tp=&arnumber=1420785&isnumber=30700>	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents , such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
28 September 2007 (28.09.2007)	(10/10/2007)
Name and mailing address of the ISA/ O.E.P.M. Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España. Facsimile No. 34 91 3495304	Authorized officer J. Botella Maldonado Telephone No. 91 349 53 82

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2007)

C (continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Shau-Gang Mao; Shiou-Li Chen; Chen-Wei Huang. "Effective electromagnetic parameters of novthe distributed left-handed microstrip lines", Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Volume 53, Issue 4, Part 2, April 2005 Page(s):1515 - 1521 [online][retrieved on 11.09.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/22/30700/01420792.pdf?tp=&arnumber=1420792&isnumber=30700>	1-6
A	Gil, I.; Bonache, J.; Gil, M.; Garcia-Garcia, J. ; Martin, F.; Marques, R.. "Modelling complementary-split-rings-resonator (CSRR) left-handed lines with inter-resonator's coupling", Electrotechnical Conference, 2006. MELECON 2006. IEEE Mediterranean 16-19 May 2006 Page(s):225 -228 [online][retrieved on 11.09.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/11001/34649/01653078.pdf?tp=&arnumber=1653078&isnumber=34649>	1-6
A	Caloz, C.; Itoh, T.. "Transmission line approach of left-handed (LH) materials and microstrip implementation of an artificial LH transmission line", Antennas and Propagation, IEEE Transactions on Volume 52, Issue 5, May 2004 Page(s):1159 -1166 [online][retrieved on 11.09.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/8/28836/01296824.pdf?tp=&arnumber=1296824&isnumber=28836>	1-6

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ ES 2007/000307

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H01P 3/08 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

H01P3/08

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

CIBEPAT, EPODOC, WPI, INSPEC, NPL, XPESP, XPEAIP

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
X	Baena, J.D.; Bonache, J.; Martin, F.; Sillero, R. M.; Falcone, F.; Lopetegi, T.; Laso, M.A.G.; Garcia-Garcia, J.; Gil, I.; Portillo, M.F.; Sorolla, M.. "Equivalent-circuit models for split-ring resonators and complementary split- ring resonators coupled to planar transmission lines", Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Volume 53, Issue 4, Part 2, April 2005 Page(s):1451 - 1461 [en línea][recuperado el 11.09.2007]. Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/22/30700/01420785.pdf?tp=&arnumber=1420785&isnumber=30700>	1

☒ En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos ☐ Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:

"A" documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.

"E" solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.

"L" documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).

"O" documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.

"P" documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.

"T" documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.

"X" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.

"Y" documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.

"&" documento que forma parte de la misma familia de patentes.

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.	Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional
28 Septiembre 2007 (28.09.2007)	10 de octubre de 2007 (10/10/2007)
Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la Búsqueda internacional O.E.P.M. Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España. Nº de fax 34 91 3495304	Funcionario autorizado J. Botella Maldonado Nº de teléfono 91 349 53 82

C (continuación). DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
A	Shau-Gang Mao; Shiou-Li Chen; Chen-Wei Huang. "Effective electromagnetic parameters of novel distributed left-handed microstrip lines", Microwave Theory and Techniques, IEEE Transactions on Volume 53, Issue 4, Part 2, April 2005 Page(s):1515 - 1521 [en línea][recuperado el 11.09.2007]. Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/22/30700/01420792.pdf?tp=&arnumber=1420792&isnumber=30700>	1-6
A	Gil, I.; Bonache, J.; Gil, M.; Garcia-Garcia, J. ; Martin, F.; Marques, R.. "Modelling complementary-split-rings-resonator (CSRR) left-handed lines with inter-resonator's coupling", Electrotechnical Conference, 2006. MELECON 2006. IEEE Mediterranean 16-19 May 2006 Page(s):225 - 228 [en línea][recuperado el 11.09.2007]. Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/11001/34649/01653078.pdf?tp=&arnumber=1653078&isnumber=34649>	1-6
A	Caloz, C.; Itoh, T.. "Transmission line approach of left-handed (LH) materials and microstrip implementation of an artificial LH transmission line", Antennas and Propagation, IEEE Transactions on Volume 52, Issue 5, May 2004 Page(s):1159 - 1166 [en línea][recuperado el 11.09.2007]. Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/8/28836/01296824.pdf?tp=&arnumber=1296824&isnumber=28836>	1-6