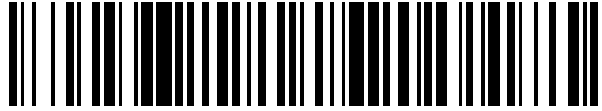


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 082**

51 Int. Cl.:

H01P 1/219 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.05.2013 PCT/US2013/043253**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.12.2013 WO13188116**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.05.2013 E 13727785 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2019 EP 2865047**

54 Título: **Filtros de resonadores dieléctricos en modo TE01(NO) pseudoelíptico en línea**

30 Prioridad:

12.06.2012 US 201261658544 P
11.03.2013 US 201313792576

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.11.2019

73 Titular/es:

RS MICROWAVE CO., INC. (100.0%)
22 Park Place, P.O. Box 273
Butler, NJ 07405, US

72 Inventor/es:

SNYDER, RICHARD, V. y
BASTIOLI, SIMONE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 732 082 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Filtros de resonadores dieléctricos en modo TE₀₁(NO) pseudoelíptico en línea

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere, por lo general, a filtros de microondas. Más específicamente, la presente invención se refiere a filtros de resonadores dieléctricos que se conectan en cascada en línea, a lo largo de una guía de ondas de modo evanescente.

10

Antecedentes de la invención

Los resonadores dieléctricos se emplean ampliamente en los sistemas de comunicación por microondas modernos, debido a su tamaño compacto y un rendimiento superior en términos de factor Q y estabilidad térmica. Los filtros de cavidad dieléctrica cargada más comunes emplean discos (discos) cilíndricos de alta permisividad suspendidos dentro de un recinto metálico y que operan en su modo TE₀₁₆ fundamental, o en un modo HE₁₁₆ de orden superior. Convencionalmente, los discos están situados axialmente a lo largo del recinto metálico, o montados en una configuración plana, como se muestra en las Figuras 1A y 1B.

15

20

Los resonadores de modo dual HE₁₁₆ permiten compactas estructuras en línea, y se utilizan ampliamente para aplicaciones de satélite, en las que el número de cavidades físicas utilizadas en una estructura de filtro puede reducirse. Respuestas pseudoelípticas se pueden obtener consiguiendo un acoplamiento cruzado entre los modos de resonadores adyacentes. En particular, los diversos modos suelen acoplarse, con el fin de obtener resonadores cuádruples, produciendo de este modo respuestas simétricas.

25

Los filtros en acoplamiento cruzado monomodo TE₀₁₆ con diseños planos permiten una flexibilidad de diseño extendida para lograr tanto respuestas pseudoelípticas simétricas como asimétricas; pero también proporcionan un mayor rendimiento espurio a través de filtros de modo dual a expensas de tamaño y masa. Por estas razones, así como la simplicidad de diseño, los filtros en acoplamiento cruzado monomodo TE₀₁₆ están entre los filtros de resonadores dieléctricos más comunes, especialmente para aplicaciones terrestres. Aunque la topología en línea es conveniente para consideraciones mecánicas y de tamaño, los filtros monomodo TE₀₁₆ con estructura en línea no se utilizan para aplicaciones que requieren volumen mínimo o el recuento de resonador, para especificaciones críticas, debido a su incapacidad para producir respuestas pseudoelípticas.

30

35

El documento US 4 642 591 A desvela un aparato de resonancia dieléctrica para resonancia en un modo TM tal como TM 110 o similar. El aparato incluye una caja que tiene en su interior al menos dos resonadores dieléctricos en modo TM, estando estos resonadores orientados en el caso de modo que sus campos magnéticos se intersecan entre sí. El aparato comprende también medios para el acoplamiento de los campos magnéticos. Los resonadores dieléctricos en modo TM pueden ser integrales o formarse por separado. Cada par adyacente de los resonadores puede interconectarse magnéticamente por una porción irregularmente conformada de la caja, tal como una porción deprimida o una porción proyectante, para influir en los campos magnéticos respectivos de cada resonador en un grado seleccionado, de tal manera que diferentes grados respectivos de influencia se obtienen con respecto a los modos par e impar a ser producidos por los dos resonadores. El aparato puede incluir un tercer resonador dieléctrico que está más cerca del segundo resonador que del primer resonador, el primer y el tercer resonadores conectándose magnéticamente para proporcionar características de paso de banda polarizado. Las longitudes respectivas del primer y segundo de resonadores pueden hacerse diferente a fin de cambiar el grado de conexión magnética entre el primer y tercer resonadores.

40

45

50

El documento 2002/041221 A1 desvela un método y aparato para reducir el tamaño de filtros de resonadores dieléctricos de microondas (o de ondas milimétricas) y para sintonizar el filtro mediante la inserción de un tornillo de sintonización dentro del propio dieléctrico. El filtro incluye un alojamiento metálico que encierra una pluralidad de cavidades, y cada cavidad contiene un resonador dieléctrico, que opera en el modo de delta LSE 10, cuya superficies superior e inferior están enrasadas con las paredes superior e inferior de la estructura metálica. Debido a la continuidad y uniformidad del campo eléctrico generado en el eje y del dieléctrico, la respuesta de la actuación del filtro se vuelve independiente de la altura. Este novedoso diseño permite la reducción sustancial en el tamaño de la cavidad sin dejar caer apreciablemente el factor Q. Tal continuidad y uniformidad del campo eléctrico permite también que las aberturas se hagan paralelas al eje Y y en el interior del resonador dieléctrico, en el que los tornillos de sintonización se insertan para ajustar selectivamente la frecuencia. Otros aspectos de la invención incluyen métodos alternativos para el acoplamiento electromagnético en, dentro de, y fuera del filtro; métodos para reducir la precisión de mecanizado mediante la creación de un pequeño espacio de aire en un extremo del resonador; y métodos para reducir la propagación de altos modos mediante la alternancia de las formas o la orientación de los resonadores dentro del filtro.

55

60

65

El documento " SIMONE_BASTIOLI ET AL: "Inline Pseudoelliptic TE₀₁₆ - Mode Dielectric Resonator Filters Using Evanescent Modes to Selectively Bypass Orthogonal Resonators". TRANSACCIONES EN TEORÍA Y TÉCNICAS DE MICROONDAS IEEE. CENTRO DE SERVICIO IEEE. PISCATAWAY. N.J. EE.UU. vol. 1. 60. nº. 12. 1 de

diciembre de 2012 (2012-12-01) Páginas 3988-4001. XPOI1484717. ISSN: 0018-9480. DOI: 10.1109/TMTT.2012.2222659" desvela una nueva clase de filtros de resonadores dieléctricos con estructura en línea y la respuesta pseudoelípticas se presenta en este documento. La idea básica consiste en utilizar resonadores monomodo $TE_{01\delta}$ en cascada a lo largo de una guía de ondas de modo evanescente y orientados a lo largo 5 direcciones ortogonales. Mediante la explotación de múltiples modos evanescentes, que pueden como alternativa excitar o eludir un resonador dependiendo de su orientación, el acoplamiento cruzado entre discos dieléctricos no adyacentes puede establecerse y controlarse. Diversas configuraciones, tales como triple, cuádruple y quintuple, se pueden obtener orientando adecuadamente los diversos discos y explotando un conjunto prescrito de modos evanescentes. En contraste con las técnicas convencionales, los filtros pseudoelípticos se pueden implementar sin 10 necesidad de utilizar arquitecturas en acoplamiento cruzado engorrosas o resonadores multimodo de rendimiento espurio reducido. Los resultados experimentales de dos filtros de sexto orden con dos ceros de transmisión arbitrariamente situados, y un filtro de quinto orden con tres ceros de transmisión validan la clase de filtro propuesta.

La presente invención aborda nuevas configuraciones de filtros monomodo $TE_{01\delta}$ que implementan respuestas pseudoelípticas, dentro de una estructura en línea. Como se explicará, la presente invención usa resonadores dieléctricos monomodo $TE_{01\delta}$ con diferentes orientaciones, que se conectan en cascada a lo largo de una guía de ondas de modo evanescente. Los resonadores dieléctricos que operan en los modos de orden superior $TE_{01(n\delta)}$ (es decir, resonancias armónicas del n-ésimo modo) se pueden utilizar también.

20 Breve descripción de las figuras

La invención se puede entender de la siguiente descripción detallada cuando se lee en conexión con las figuras adjuntas:

- 25 La Figura 1A es una vista en perspectiva de un filtro de modo dual, en línea $HE_{11\delta}$ convencional.
 La Figura 1B es una vista en perspectiva de un filtro monomodo $TE_{01\delta}$ convencional.
 La Figura 2A es una vista en perspectiva de una guía de ondas evanescente con dos resonadores dieléctricos orientados ortogonalmente, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 30 La Figura 2B es una vista en perspectiva de una guía de ondas evanescente con tres resonadores dieléctricos orientados ortogonalmente, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 3A es una vista en perspectiva de una triple configuración de resonador en una guía de ondas evanescente con dos barras metálicas paralelas orientadas a 45 grados con respecto a un plano horizontal de la guía de onda, proporcionando de este modo acoplamiento negativo entre el primer y tercer resonadores, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 35 La Figura 3B es una vista en perspectiva del mismo resonador triple mostrado en la Figura 3A, excepto que las dos barras metálicas están invertidas, puesto que se orientan a +45 grados y a -45 grados con respecto al plano horizontal de la guía de onda, proporcionando de ese modo el acoplamiento positivo entre el primer y tercer resonadores, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 3C es un diagrama esquemático que muestra el acoplamiento electromagnético entre los diversos elementos en la configuración de resonador triple de la Figura 3A, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 4A es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para la configuración del resonador triple mostrado en la Figura 3A, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 4B es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para la configuración del resonador triple mostrado en la Figura 3B, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 45 La Figura 5A es una vista en perspectiva de configuraciones de dos resonadores triples que se conectan en cascada y en línea, proporcionando de este modo un filtro del 6° orden, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 5B es un diagrama esquemático que muestra en cascada los diversos elementos en el filtro de 6° orden que se muestra en la Figura 5A, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 6 es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para las configuraciones de dos resonadores triples que se muestran en la Figura 5, incluyendo los resultados experimentales y los resultados simulados, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 Las Figuras 7, 8 y 9 describen una forma de control de acoplamiento electromagnético para las configuraciones de resonadores triples de las Figuras 3A y 3B, en las que la distancia global entre resonadores, d, se varía, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 Las Figuras 10 y 11 describen otra forma de control de acoplamiento electromagnético para las configuraciones de resonadores triples de las Figuras 3A y 3B, en las que la distancia de penetración, p, de una barra se varía, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 60 La Figura 12A es una vista en perspectiva de una configuración de resonador cuádruple en una guía de ondas evanescente con dos pasos de guía de ondas realizados en una esquina de la guía de ondas (en la misma pared lateral), proporcionando de este modo un acoplamiento positivo entre el primer y cuarto resonador, de acuerdo con una realización de la presente invención.
 La Figura 12B es una vista en perspectiva del mismo triple resonador mostrado en la Figura 12A, excepto que los dos pasos de guía de ondas están invertidos, puesto que se realizan en diferentes esquinas de las dos paredes laterales opuestas, proporcionando de este modo acoplamiento negativo entre el primer y cuarto resonadores, de 65

acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 12C es un diagrama esquemático que muestra el acoplamiento electromagnético entre los diversos elementos en la configuración de resonador cuádruple de las Figuras 12A y 12B, de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La Figura 13A es una vista en perspectiva de una configuración de resonador cuádruple en una guía de ondas evanescente con dos pasos de guía de ondas realizados en la superficie superior de la guía de onda, proporcionando de ese modo el acoplamiento positivo entre el primer y cuarto resonadores, de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 La Figura 13B es una vista en perspectiva del mismo resonador cuádruple mostrado en la Figura 13A, excepto que los dos pasos de guía de ondas están invertidos, puesto que se realizan respectivamente en la parte inferior y superior de la guía de onda, proporcionando de este modo acoplamiento negativo entre el primer y cuarto resonadores, de acuerdo con una realización de la presente invención.

15 La Figura 13C es un diagrama esquemático que muestra el acoplamiento electromagnético entre los diversos elementos en las configuraciones de resonadores cuádruples de las Figuras 13A y 13B, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 14A es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para las configuraciones de resonadores cuádruples que se muestran en las Figuras 12A y 13A, de acuerdo con una realización de la presente invención.

20 La Figura 14B es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para las configuraciones de resonadores cuádruples que se muestran en las Figuras 12B y 13B, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 15 es una vista en perspectiva de las configuraciones de resonadores cuádruples que se conectan en cascada en línea, proporcionando de este modo un filtro de 8º orden, de acuerdo con una realización de la presente invención.

25 La Figura 16 es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para las configuraciones de dos resonadores cuádruples que se muestran en la Figura 15, que incluye resultados experimentales y resultados simulados, de acuerdo con una realización de la presente invención.

30 La Figura 17A es una vista en perspectiva de una configuración de resonador quintuple en una guía de ondas evanescente con dos pasos de guía de ondas realizado en paredes laterales opuestas de la guía de onda, proporcionando de este modo de acoplamiento negativa entre el segundo y cuarto resonadores, y un acoplamiento positivo entre el primer y quinto resonadores, de conformidad con una realización de la presente invención.

35 La Figura 17B es una vista en perspectiva de la misma configuración de resonador quintuple mostrado en la Figura 17A, excepto que los dos pasos de guía de ondas se realizan en la misma pared lateral de la guía de onda, proporcionando de ese modo el acoplamiento positivo entre el segundo y cuarto resonadores, y el acoplamiento negativo entre el primer y quinto resonadores, de acuerdo con una realización de la presente invención.

40 La Figura 17C es un diagrama esquemático que muestra el acoplamiento electromagnético entre los diversos elementos en las configuraciones del resonador quintuple de las Figuras 17A y 17B, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 18A es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para la configuración de resonador quintuple mostrada en la Figura 17A, incluyendo los resultados experimentales y los resultados simulados, de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 La Figura 18B es un gráfico de los parámetros S en función de la frecuencia para la configuración de resonador quintuple mostrada en la Figura 17B, incluyendo los resultados experimentales y los resultados simulados, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Sumario de la invención

50 Para satisfacer esta y otras necesidades, y en vista de sus fines, la presente invención proporciona un filtro tal como se establece en la reivindicación independiente 1.

55 El filtro puede incluir un primer elemento de perturbación que se extiende desde una superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el primer elemento de perturbación entre el primer y segundo resonadores dieléctricos. Un segundo elemento de perturbación se puede extender desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el segundo elemento de perturbación entre el segundo y tercer resonadores dieléctricos. El primer y segundo elementos de perturbación se pueden configurar para excitar el segundo resonador dieléctrico en un modo que es el otro del modo que excita el primer y tercer resonadores dieléctricos.

60 El primer elemento de perturbación puede ser una primera barra metálica orientada en un ángulo positivo o negativo con respecto al primer resonador dieléctrico. El segundo elemento de perturbación puede ser una segunda barra metálica orientada en un ángulo positivo o negativo con respecto al tercer resonador dieléctrico. La primera y segunda barras metálicas pueden orientarse sustancialmente en un ángulo positivo o negativo de 45 grados con respecto al primer y tercer resonadores dieléctricos, respectivamente. Una distancia de penetración, p , de la primera y segunda barras metálicas en la guía de ondas es eficaz para controlar una cantidad de acoplamiento

electromagnético entre el primer y segundo resonadores dieléctricos, y entre el segundo y tercer resonadores dieléctricos, respectivamente. Cuanto más larga es la distancia de penetración p , mayor es la cantidad de acoplamiento electromagnético.

5 Una distancia, d , entre un centro del primer resonador dieléctrico y un centro del tercer resonador dieléctrico es eficaz para controlar una cantidad de acoplamiento electromagnético entre el primer y tercer resonadores dieléctricos. Cuanto más corta es la distancia d , mayor es la cantidad de acoplamiento electromagnético.

10 Otra realización de la presente invención es un filtro de resonador dieléctrico que comprende primer, segundo, tercer y cuarto resonadores dieléctricos como se han definido en la reivindicación independiente 9.

15 Un primer elemento de perturbación se puede extender desde una superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el primer elemento de perturbación entre el primer y segundo resonadores. Un segundo elemento de perturbación se puede extender desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el segundo elemento de perturbación entre el tercer y cuarto resonadores. El primer y cuarto resonadores dieléctricos se acoplan electromagnéticamente entre sí, y el segundo y tercer resonadores dieléctricos se acoplan electromagnéticamente al primer y cuarto resonadores dieléctricos, respectivamente.

20 Aún otra realización de la presente invención es un filtro de resonador dieléctrico que comprende primer, segundo, tercer, cuarto y quinto resonadores dieléctricos como se han definido en la reivindicación dependiente 13. Un primer elemento de perturbación se puede extender desde una superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde el primer elemento de perturbación se dispone entre el primer y segundo resonadores. Un segundo elemento de perturbación se puede extender desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el segundo elemento de perturbación entre el segundo y tercer resonadores. Un tercer elemento de perturbación se puede extender desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el tercer elemento de perturbación entre el tercer y cuarto resonadores. Un cuarto elemento de perturbación se puede extender desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, donde se dispone el cuarto elemento de perturbación entre el cuarto y quinto resonadores. Al menos un par de resonadores dieléctricos no adyacentes se pueden acoplar electromagnéticamente entre sí.

30 Se entiende que la descripción general anterior y la siguiente descripción detallada son a modo de ejemplo, pero no son restrictivas, de la invención.

35 Descripción detallada de la invención

La presente invención incluye el uso de resonadores dieléctricos monomodo TE_{015} (o modo $TE_{01(n\delta)}$, con n arbitrario) con diferentes orientaciones que se conectan en cascada a lo largo de una guía de ondas de modo evanescente. Mediante el uso de un par de modos de guía de ondas evanescentes ortogonales, en concreto, TE_{10} y TE_{01} , que pueden excitar o derivar de los resonadores, el acoplamiento cruzado entre discos no adyacentes se establece y controla adecuadamente. En comparación con los filtros de modo HE_{115} y TE_{015} , la presente invención mantiene una conveniente estructura en la línea del anterior, mientras que tiene la flexibilidad y el rendimiento espurio de este último.

45 La presente invención puede entenderse considerando las estructuras ilustradas en las Figuras 2A y 2B. La Figura 2A muestra dos resonadores dieléctricos que tienen diferentes orientaciones en cascada a lo largo de una guía de onda cuadrada de modo evanescente 10. La Figura 2B muestra tres resonadores dieléctricos con diferentes orientaciones, también en cascada a lo largo de una guía de ondas cuadrada de modo evanescente 20.

50 Haciendo referencia primero a la Figura 2A, el campo E del modo TE_{015} en el primer resonador dieléctrico (marcado con 1) se encuentra en el plano xz . Un campo de este tipo es paralelo al del modo TE_{01} de la guía de ondas, mientras que es ortogonal con respecto al campo del modo TE_{10} . Como resultado, el modo TE_{01} puede excitar el resonador, mientras que el modo TE_{10} no puede. Este último solo puede derivarse del modo resonante del primer resonador dieléctrico, que es visto como un simple obstáculo dieléctrico. Consideraciones análogas se aplican al segundo resonador dieléctrico (marcado con 2), donde el modo TE_{015} resonante es excitado por el modo TE_{10} y es derivado del modo TE_{01} .

60 En esta condición, los dos resonadores dieléctricos están, por tanto, aislados unos de otros. Mediante la introducción de discontinuidades de guías de ondas apropiadas, tales como perturbaciones del campo, se pueden establecer mecanismos de acoplamiento. El acoplamiento directo y el acoplamiento cruzado se pueden realizar correctamente debido al acoplamiento de derivación de los dos modos de guía de onda evanescente.

65 Con referencia a continuación a la Figura 2B, se muestran tres resonadores dieléctricos con tres diferentes orientaciones ortogonales en cascada a lo largo de una guía de ondas de modo evanescente con sección transversal cuadrada. Los modos de resonancia de los resonadores dieléctricos, así como los modos evanescentes de la guía de onda, se indican en la Figura por sus campos E . En la siguiente explicación, las relaciones de acoplamiento entre los modos resonantes y de guía de ondas son descritas teniendo en cuenta la orientación y la

simetría de los campos E de los distintos modos. Esta es una elección arbitraria, puesto que las mismas conclusiones se pueden derivar considerando los campos H del mismo modo.

El campo E del modo resonante en el primer resonador (marcado con 1 en la Figura 2B), referido como $TE_{01\delta^{(y)}}$ para indicar la orientación del eje y, se encuentra en el plano xz. Un campo de este tipo es paralelo al del modo TE_{01} de la guía de ondas, mientras que es ortogonal con respecto al campo del modo TE_{10} . Como resultado, el modo TE_{01} puede excitar el resonador, mientras que el modo TE_{10} no puede. Este último solo puede derivar el modo resonante del primer resonador dieléctrico, que es visto como un simple obstáculo dieléctrico. Consideraciones opuestas pueden aplicarse al segundo resonador dieléctrico (marcado con 2 en la Figura 2B), que se orienta a lo largo del eje x. El modo resonante $TE_{01\delta^{(x)}}$ del segundo resonador puede excitarse por el modo TE_{10} , y derivarse del modo TE_{01} .

En contraste con los casos anteriores, ninguno de los modos TE_{10} ni TE_{01} pueden excitar el modo resonante $TE_{01\delta^{(z)}}$ del tercer resonador dieléctrico (marcado con 3 en la Figura 2B), que se encuentra en el centro de la sección transversal de la guía de ondas. Aunque los campos E del modo resonante $TE_{01\delta^{(z)}}$ y de los modos evanescentes TE_{10} y TE_{01} se encuentran todos en el plano xy, por razones de simetría razones ningún acoplamiento se produce entre estos modos. Específicamente, el modo resonante $TE_{01\delta^{(z)}}$ tiene simetría impar con respecto a ambos ejes x e y, mientras que los modos TE_{01} y TE_{10} tienen simetría par con respecto al eje x e y, respectivamente. Estos dos modos evanescentes derivarán el tercer resonador dieléctrico, mientras que otros modos TE con simetría impar, tales como TE_{20} y TE_{02} , pueden excitar el resonador.

Se apreciará que los tres resonadores dieléctricos están aislados unos de otros, debido a que son sustancialmente ortogonales entre sí y, en consecuencia, ninguno de los modos evanescentes puede excitar más de un resonador al mismo tiempo. En estas condiciones, los tres resonadores dieléctricos están aislados unos de otros. Mediante la introducción de discontinuidades de guías de ondas apropiadas, tales como perturbaciones de campo, o cambiando la posición de los resonadores dieléctricos (giro y/o desplazamiento apropiados) se pueden establecer mecanismos de acoplamiento. Se apreciará, además, que los mecanismos de acoplamiento se pueden establecer mediante la orientación de los resonadores dieléctricos para estar en planos que no son ortogonales entre sí. Uno (o ambos) del acoplamiento directo y acoplamiento cruzado pueden realizarse correctamente por orientaciones adecuadas de los resonadores dieléctricos.

Por otra parte, aunque solo los modos TE_{10} , TE_{01} , TE_{20} , y TE_{02} se han considerado (proporcionando los modos de orden inferior la mayor parte de la contribución), las consideraciones anteriores son válidas para todos los modos de orden superior de la guía de ondas.

Entre las diversas realizaciones que pueden implementarse por la presente invención, dos estructuras se muestran en las Figuras 3A y 3B, como ejemplos de bloques de construcción básicos para el diseño de filtros pseudoelípticos. Cada estructura de guía de ondas 30, 35 incluye tres resonadores dieléctricos, designados en secuencia como R1, R2 y R3, en la que el resonador interno R2 tiene una orientación ortogonal con respecto a los resonadores externos R1 y R3. Los resonadores externos R1 y R3 se orientan a lo largo del mismo eje. En los ejemplos de las Figuras 3A y 3B, los resonadores externos se orientan a lo largo del eje y, y el resonador interno R2 se orienta a lo largo del eje x. Las barras metálicas 31 y 32 se orientan en el mismo ángulo de 45 grados (también referidas como barras paralelas) en la Figura 3A, mientras que las barras metálicas 36 y 37 se orientan en ángulos de 45 grados opuestos con respecto a una línea central extendida a lo largo de una dimensión de anchura de la estructura 35 (también referidas como barras invertidas) en la Figura 3B. Sondas de entrada y salida 38 y 39, respectivamente, se muestran también en las Figuras 3A y 3B. Se entenderá que otras orientaciones, como eje z para los resonadores interno o externo, también son posibles y conducen a los mismos resultados.

La operación de modo dentro de las estructuras de guía de ondas 30, 35 se ilustra por el diagrama de bloques de la Figura 3C. Las sondas de entrada y salida excitan el modo resonante en el primer (R1) y último (R3) resonadores, respectivamente. El primer y último resonadores se acoplan por el modo evanescente TE_{01} , que se deriva del segundo resonador (R2). Las barras metálicas con una orientación de 45 grados se utilizan para generar un acoplamiento entre los modos TE_{01} y TE_{10} de la guía de ondas. De esta manera, parte de la energía se transfiere al segundo resonador R2, que está excitado por el modo TE_{10} , como se muestra en la Figura 3C.

La topología resultante, que se muestra en las Figuras 3A, 3B y 3C, se pueden denominar como una configuración de triplete, que genera funciones de filtrado del 3º orden con una cero de transmisión que puede situarse o bien por debajo, o por encima de la banda de paso, dependiendo del signo (positivo o negativo) del acoplamiento de derivación, como se explica a continuación.

Tanto signos positivos como negativos se pueden obtener mediante la inversión de la fase del campo excitado en los resonadores externos en la trayectoria directa con respecto a la fase del modo derivado. En la práctica, esto puede conseguirse moviendo la segunda barra 45 grados de la parte inferior a la pared superior de la guía de ondas, como se muestra en la Figura 3B por la barra 37. La última configuración se denomina aquí como barras invertidas, en comparación con la configuración de barras paralelas que se muestra en la Figura 3A.

Las Figuras 4A y 4B representan simulaciones HFSS (sin pérdida) de las dos configuraciones de filtro (que se

muestran en las Figuras 3A y 3B, respectivamente) que tienen una cero de transmisión en la banda de detención inferior y superior, respectivamente. Se apreciará que estas Figuras representan características de transferencia (o parámetros S) que muestran la respuesta de frecuencia de los dos filtros construidos de acuerdo con la presente invención. Las características de transferencia, tales como las que se muestran en las Figuras 4A y 4B, se generan normalmente usando un equipo tal como un analizador de red. La señal de salida del analizador de red se acopla, por lo general, a un puerto de entrada. A medida que el analizador de red genera la señal de salida, se mide una señal en otro puerto (por ejemplo, el puerto de salida). El analizador de red calcula a continuación una relación de la señal de salida en cada frecuencia. Dos mediciones convencionales realizadas por el analizador de red son S_{21} (pérdida de inserción), que es una relación de una salida de señal desde el puerto 2 (por ejemplo, el puerto de salida) con respecto a una entrada de señal en el puerto 1 (por ejemplo, el puerto de entrada); y S_{11} (pérdida de retorno), que es una relación de una salida de señal desde el puerto 1 (por ejemplo, el puerto de entrada) con respecto a una entrada de señal en el puerto 1 (por ejemplo, el puerto de entrada).

Por consiguiente, la Figura 4A muestra los parámetros S simulados de la configuración mostrada en la Figura 3A (la configuración de resonador triple con barras paralelas). La Figura 4B muestra los parámetros S simulados de la configuración mostrada en la Figura 3B (la configuración de resonador triple con las barras invertidas).

El tamaño de cada barra de 45 grados, en las Figuras 3A y 3B, ajusta el acoplamiento directo entre un resonador y su resonador adyacente, es decir, a mayor penetración, más fuerte será el acoplamiento. La distancia entre los resonadores impacta en el acoplamiento de derivación sin afectar significativamente el acoplamiento directo. Como resultado, la posición de la cero de transmisión puede ajustarse, mientras se mantiene una banda de paso constante.

En otra realización de la presente invención, las Figuras 5A y 5B muestran un filtro del 6° orden que utiliza dos configuraciones de tripletes, designados como las estructuras 50 y 52. La estructura de filtro forma en casaca la estructura triplete 50 y la estructura de triplete 52, como se muestra en la Figura 5B.

Una simulación HFSS (sin pérdida) y un resultado experimental para las dos configuraciones de tripletes de la Figura 5A se representan en la Figura 6. La estructura de filtro incluye soportes dieléctricos y elementos de sintonización de baja permisividad. El filtro tiene un ancho de banda fraccional del 0,55 % a 2,170 GHz y proporciona una alta selectividad en la banda de parada más baja, debido a un par de transmisiones de cero. Discos dieléctricos de gran permisividad con un factor Q de 5000 se incluyen. La pérdida de inserción medida es de 1,35 dB en la frecuencia central del filtro.

Los coeficientes de acoplamiento de la estructura de guía de ondas se pueden controlar mediante el ajuste de las distancias entre los resonadores, así como las dimensiones de las barras oblicuas.

Con referencia a las Figuras 7, 8 y 9, una vez que se establecen las dimensiones de sección transversal de guía de onda, la distancia d entre los resonadores externos es el parámetro principal para controlar el acoplamiento de derivación k_{13} . Obsérvese que el acoplamiento de derivación se produce principalmente a través del modo TE_{01} de la guía de ondas.

La Figura 9 muestra la magnitud del coeficiente de acoplamiento de derivación k_{13} frente a la distancia d para un tamaño fijo de sección transversal. A medida que d aumenta, el acoplamiento k_{13} disminuye debido a la decadencia del modo evanescente TE_{01} . Obsérvese que no hay ningún acoplamiento secuencial k_{12} y k_{23} presente en la estructura de la Figura 7.

Los coeficientes de acoplamiento secuenciales k_{12} y k_{23} representados en la Figura 10 se generan mediante la inserción de barras metálicas oblicuas entre los resonadores. La Figura 3A muestra un par de barras metálicas oblicuas (45°) insertadas entre resonadores. La penetración p de la barra controla el coeficiente de acoplamiento. La Figura 11 muestra la magnitud del acoplamiento k_{12} frente a la penetración p para un tamaño fijo de sección transversal. A mayor penetración más fuerte es el acoplamiento, puesto que una interacción más fuerte entre los modos TE_{01} y TE_{10} se genera a través de la barra oblicua.

Como se ha descrito anteriormente, la cero de transmisión puede moverse al otro lado de la banda de paso simplemente invirtiendo la posición de una de las barras oblicuas como se muestra en la estructura de la Figura 3B. En esta condición, la magnitud de los coeficientes de acoplamiento permanece básicamente sin cambios, mientras que el signo de acoplamiento de derivación por se invierte.

Otras realizaciones que pueden implementarse por la presente invención se muestran en las Figuras 12A, 12B, 13A y 13B. Estas realizaciones son bloques de construcción básicos adicionales para filtros pseudoelípticos a los que se hace referencia en la presente memoria como configuraciones de resonadores cuádruples. Cada estructura de guía de ondas incluye una cascada de cuatro resonadores dieléctricos, donde el par resonador interno se orienta ortogonalmente con respecto al par resonador externo. El puerto de entrada se designa como 125 y el puerto de salida se designa como 126.

Se observará que los resonadores en forma de anillo 121, 122, 123 y 124 (en forma de disco con un orificio en el centro) se usan en las estructuras de guía de ondas designadas como 120 y 130 en las Figuras 12A y 12B, respectivamente. Por otra parte, los resonadores en forma de disco 141, 142, 144 y 145 se usan en las estructuras de guía de ondas designadas como 140 y 150 en las Figuras 13A y 13B, respectivamente. Los resonadores pueden emplear también modos soportados por otras formas con soluciones de modo propio resonantes, tales como como paralelepípedos rectangulares, esferas, formas elípticas, etc.

Se apreciará que las estructuras de guía de ondas no tienen que ser de sección transversal rectangular, y pueden emplear modos comunes para guías de ondas redondas o elípticas, con los modos evanescentes apropiados seleccionados para el acoplamiento o derivación de los resonadores dieléctricos contenidos dentro de la estructura de guía de ondas respectiva.

La operación en modo que ocurre dentro de las estructuras de guía de onda de las Figuras 12A y 12B se ilustra por el diagrama de bloques en la Figura 12C. El primer y último resonadores se acoplan por el modo evanescente TE_{01} , que deriva el segundo y tercer resonadores. Las esquinas escalonadas 127 y 128 formadas en el mismo lado de la pared de la estructura de guía de ondas 120 en la Figura 12A y esquinas escalonadas 131 y 132 formadas en paredes laterales opuestas de la estructura de guía de ondas 130 en la Figura 12B se utilizan en estas realizaciones para generar un acoplamiento entre los modos TE_{01} y TE_{10} de la guía de ondas, como se muestra mejor en la Figura 12C. De esta manera, una parte de la energía se transfiere desde el par resonador externo al par resonador interno.

Se observará que las esquinas escalonadas son similares a las barras oblicuas utilizadas en las configuraciones de tripletes de las Figuras 3A y 3B. Las barras oblicuas se pueden utilizar también en lugar de las esquinas escalonadas en las Figuras 12A y 12B. Por lo tanto, las barras o esquinas escalonadas, o cualquier otro tipo de discontinuidad de guía de ondas pueden utilizarse por la presente invención para generar mecanismos de acoplamiento entre los modos ortogonales. También se apreciará que una discontinuidad de la guía de ondas adicional, tal como un iris, se puede usar entre el segundo y tercer resonadores (que tienen la misma orientación) para modular el acoplamiento que se produce entre los mismos.

La operación en modo que ocurre dentro de las estructuras de guía de onda de las Figuras 13A y 13B se ilustra mediante el diagrama de bloques de la Figura 13C. El primer y último resonadores se acoplan por el modo evanescente TE_{01} , que deriva el segundo y tercer resonadores. Los pasos asimétricos realizados dentro de la estructura de guía de ondas se utilizan para generar un acoplamiento entre los modos TE_{01} y TE_{02} de la guía de onda. Como se muestra, los pasos asimétricos 146 y 147 se forman en la misma superficie superior de la estructura de guía de ondas 140, mientras que los pasos asimétricos 151 y 152 se forman en las superficies superior e inferior opuestas de la estructura de guía de ondas 150. De esta manera, una porción de la energía se transfiere del par resonador externo al par resonador interno (las barras se pueden utilizar también para el mismo fin).

La topología resultante que se muestra en las Figuras 12A, 12B, 12C, 13A, 13B y 13C (referida también como una configuración cuádruple) genera funciones de filtrado del 4º orden con dos ceros que pueden situarse ya sea en el eje imaginario de un plano complejo (ceros de transmisión de frecuencia finita), o en el eje real del plano complejo (ecualización de retardo de grupo), dependiendo del signo (positivo o negativo) del acoplamiento de derivación, como se explica a continuación.

Los signos positivos y negativos se pueden obtener mediante la inversión de la fase del campo excitado en los resonadores externos en la trayectoria directa con respecto a la fase del modo de derivación. En la práctica, esto puede conseguirse moviendo una de las esquinas escalonadas a la pared lateral de guía de ondas opuesta, como se muestra en la Figura 12B, o moviendo uno de los pasos asimétricos de la parte superior a la parte inferior de la guía de ondas, como se muestra en Figura 13B. Las dos últimas configuraciones se denominan también aquí como pasos invertidos, en comparación con los pasos paralelos que se muestran en la Figura 12A y Figura 13A.

Las Figuras 14A y 14B representan simulaciones HFSS (sin pérdida) de las configuraciones de resonadores cuádruples. La Figura 14A muestra los parámetros S simulados de las configuraciones representadas en las Figuras 12A y 13A (las configuraciones de resonadores cuádruples con pasos paralelos). La Figura 14B muestra los parámetros S simulados de las configuraciones representadas en las Figuras 12B y 13B (las configuraciones de resonadores cuádruples con pasos invertidos).

El tamaño de cada paso en las Figuras 12A, 12B, 13A y 13B ajusta el acoplamiento directo entre dos resonadores adyacentes ortogonales, es decir, cuanto mayor sea el tamaño del paso, más fuerte será el acoplamiento. La distancia entre los resonadores impacta el acoplamiento de derivación sin afectar significativamente el acoplamiento directo. Como resultado, la posición del cero de transmisión puede ajustarse mientras se mantiene una banda de paso consistente.

En otra realización adicional de la presente invención, la Figura 15 muestra un filtro del 8º orden que utiliza dos configuraciones cuádruples, designadas como 150 y 151. La estructura de filtro incluye elementos de sintonización, designados generalmente como 152 que pueden insertarse dentro de cada orificio central de un resonador en forma de disco respectivo (no marcado).

Una simulación HFSS (sin pérdida) y un resultado experimental se muestran en la Figura 16 para el filtro del 8º orden de la Figura 15. Como un ejemplo, el filtro tiene un ancho de banda fraccional del 0,457 % a 4,810 GHz y proporciona una alta selectividad a ambos lados de la banda de paso, debido a dos pares de ceros de transmisión. Discos dieléctricos de gran permisividad con un factor Q de 15.000 pueden incluirse. Como un ejemplo, la pérdida de inserción medida es 1,40 dB a la frecuencia central del filtro (factor Q de cavidad 7000).

Aún más realizaciones de la presente invención se muestran en las Figuras 17A y 17B. Estas realizaciones son bloques de construcción básicos adicionales para filtros pseudoelípticos a los que se hace referencia en la presente memoria como configuraciones de resonadores quintuples designadas, respectivamente, como 170 y 180. Cada estructura incluye una cascada de cinco resonadores dieléctricos, es decir, 171, 172, 173, 174 y 175, donde el resonador más interior 173 se orienta ortogonalmente con respecto a los otros resonadores, y donde el segundo y cuarto resonadores 172, 174 se orientan ortogonalmente con respecto al primer y quinto resonadores 171, 175.

La operación en modo que ocurre dentro de las estructuras de guía de onda de las Figuras 17A y 17B se ilustra mediante un diagrama de bloques en la Figura 17C. Como se muestra, el primer y último resonadores se acoplan por el modo evanescente TE_{01} , que deriva el segundo, tercer y cuarto resonadores. El segundo y cuarto resonadores se acoplan entre sí por el modo evanescente TE_{10} que deriva el tercer resonador. El primer y segundo resonadores (así como el cuarto y quinto resonadores) se acoplan entre sí por barras metálicas oblicuas 176, que generan una interacción entre los modos TE_{01} y TE_{10} . El tercer resonador se acopla al segundo y cuarto resonadores por pasos asimétricos 181, que generan una interacción entre los modos TE_{10} y TE_{20} .

La topología resultante representada en las Figuras 17A, 17B y 17C, que se puede denominar como una configuración quintuple, genera funciones de filtrado del 5º orden con tres ceros de transmisión de frecuencia finita.

La posición relativa de los pasos asimétricos unos con respecto a otros, determina los signos de los coeficientes de acoplamiento de derivación. La estructura 170 en la Figura 17A, en la que los pasos 181 se realizan en las paredes laterales de guías de ondas opuestas (pasos invertidos), alcanza un signo negativo para el acoplamiento de derivación entre el segundo y cuarto resonadores, mientras que da una señal positiva para el acoplamiento de derivación entre el primer y quinto resonadores. Por otro lado, la estructura 180 de la Figura 17B, en la que los dos pasos asimétricos se realizan en la misma pared lateral de guía de ondas (pasos paralelos), produce una señal positiva para el acoplamiento de derivación entre el segundo y cuarto resonadores mientras que da un signo negativo para el acoplamiento de derivación entre el primer y quinto resonadores.

Como se ha descrito anteriormente para las configuraciones triples y cuádruples, el tamaño de cada paso 181 y cada barra oblicua 176 en las Figuras 17A y 17B ajusta el acoplamiento directo entre dos resonadores ortogonales adyacentes, mientras que las distancias entre los resonadores impactan en los coeficientes de acoplamiento de derivación.

La Figura 18A representa la simulación HFSS (sin pérdida) y mediciones de la configuración de resonador quintuple en la Figura 17A (configuración con pasos invertidos). La Figura 18B representa la simulación HFSS (sin pérdida) y mediciones de la configuración de la estructura de resonador quintuple de la Figura 17B (configuración con pasos paralelos).

Se entenderá que las guías de ondas pueden ser circulares, en lugar de cuadradas. En las realizaciones descritas, las guías de onda se muestran como cuadradas o rectangulares. Además, aunque en las realizaciones dos modos se describen en general puede haber, sin embargo, un número infinito de modos que contribuyen a la excitación de los resonadores. Es más preciso afirmar que el resonador puede excitarse sustancialmente por un modo particular, pero puede incluir modos adicionales.

Por otra parte, los resonadores se desacoplan electromagnéticamente entre sí solo si los resonadores son 100 % ortogonales y si no se introducen perturbaciones en la guía de ondas. Esta condición normalmente no ocurriría, puesto que no es necesario que haya un acoplamiento electromagnético entre los resonadores. Las perturbaciones permiten la generación de una interacción entre los modos de guía de onda que excitan cada uno de los resonadores. Por lo tanto, los resonadores se acoplan entre sí y la finalidad de las perturbaciones es controlar la cantidad de acoplamiento entre los mismos.

Si bien la invención se ilustra y describe en la presente memoria con referencia a las realizaciones específicas, la invención no pretende estar limitada a los detalles mostrados. Más bien, diversas modificaciones pueden hacerse en los detalles dentro del alcance de las reivindicaciones y sin apartarse de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un filtro que comprende:

5 una guía de ondas de modo evanescente (10) formada a lo largo de una línea recta y configurada para operar en al menos dos modos de guía de ondas eléctricos transversales (TE),
 un primer resonador dieléctrico en modo TE (1) dispuesto en la guía de ondas, en donde el primer resonador dieléctrico en modo TE (1) está configurado para ser excitado por uno de los al menos dos modos de guía de ondas TE, y tiene un campo excitado orientado en un primer plano que interseca con la línea recta, y
 10 un segundo resonador dieléctrico en modo TE (2) dispuesto en la guía de ondas, en el que el segundo resonador dieléctrico en modo TE (2) está configurado para ser excitado por el otro de los al menos dos modos de guía de onda TE, teniendo el segundo resonador dieléctrico un campo excitado orientado en un segundo plano que interseca con la línea recta,
 en donde el primer y segundo planos intersecan la línea recta en diferentes ángulos, y
 15 el primer (1) y segundo (2) resonadores dieléctricos están orientados ortogonales entre sí.

2. El filtro de la reivindicación 1, que incluye

un tercer resonador dieléctrico en modo TE (3) dispuesto en la guía de ondas y configurado para ser excitado sustancialmente por el mismo modo de guía de ondas de acuerdo con el primer resonador dieléctrico en modo TE (1), teniendo el tercer resonador dieléctrico en modo TE (3) un campo excitado orientado en un tercer plano que interseca la línea recta,
 20 en donde el primer y tercer planos son sustancialmente paralelos entre sí.

3. El filtro de la reivindicación 2, en el que

25 el segundo resonador dieléctrico en modo TE (2) está dispuesto entre el primer y tercer resonadores dieléctricos (1, 3),
 el segundo resonador dieléctrico en modo TE (2) está acoplado electromagnéticamente al primer y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (1, 3), y
 el primer y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (1, 3) están acoplados electromagnéticamente entre sí.
 30

4. El filtro de la reivindicación 3, que incluye

- una sonda de entrada (125), u otra interfaz para excitar el primer resonador dieléctrico en modo TE (1); o
 - una sonda de salida (126), u otra interfaz para excitar el tercer resonador dieléctrico en modo TE (3).
 35

5. El filtro de la reivindicación 3, que incluye

un primer elemento de perturbación que se extiende desde una superficie externa de la guía de ondas en la guía de onda, el primer elemento de perturbación dispuesto entre el primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (1, 2), y
 40 un segundo elemento de perturbación que se extiende desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, el segundo elemento de perturbación dispuesto entre el segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (2, 3),
 en donde el primer y segundo elementos de perturbación están configurados para excitar el segundo resonador dieléctrico en modo TE (2) en otro de los al menos dos modos de guía de ondas.
 45

6. El filtro de la reivindicación 5, en el que

- el primer elemento de perturbación es una primera barra metálica orientada en un ángulo positivo o negativo con respecto al primer resonador dieléctrico en modo TE (1), y
 50 el segundo elemento de perturbación es una segunda barra metálica orientada en un ángulo positivo o negativo con respecto a el tercer resonador dieléctrico en modo TE (3); o
 - el primer elemento de perturbación es una primera barra metálica, el segundo elemento de perturbación es una segunda barra metálica y la primera y segunda barras metálicas están orientadas sustancialmente en un ángulo positivo o negativo de 45 grados con respecto al primer y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (1, 3), respectivamente; o
 55 - el primer elemento de perturbación es una primera barra metálica, el segundo elemento de perturbación es una segunda barra metálica, y una distancia de penetración, p , de la primera y segunda barras metálicas en la guía de ondas es eficaz para controlar una cantidad de acoplamiento electromagnético entre el primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (1, 2), y entre el segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (2, 3), respectivamente, y
 60 cuanto más larga es la distancia de penetración p , mayor será la cantidad de acoplamiento electromagnético entre el primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (1, 2), y entre el segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (2, 3), respectivamente.

7. El filtro de la reivindicación 3, en el que

65 una distancia, d , entre un centro del primer resonador dieléctrico en modo TE (1) y un centro del tercer resonador

dieléctrico en modo TE (3) es eficaz para el control de una cantidad de acoplamiento electromagnético entre el primer y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (1, 3), y cuanto más corta es la distancia d, mayor será la cantidad de acoplamiento electromagnético.

5 8. El filtro de la reivindicación 3, en el que el primer, segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (1, 2, 3) se conectan en cascada a lo largo de la línea recta de la guía de ondas para formar una primera configuración de resonador triple, y el filtro incluye además:
10 una segunda configuración de resonador triple dispuesta alineada con la primera configuración de resonador triple para formar dos configuraciones de resonadores triples en cascada.

9. Un filtro de resonador dieléctrico que comprende:

15 primer, segundo, tercer y cuarto resonadores dieléctricos en modo TE (121, 122, 123, 124) en cascada a lo largo de una línea recta, y los resonadores dieléctricos dispuestos en una guía de ondas de modo evanescente que está configurada para operar en al menos dos modos de guía de ondas eléctricos transversales (TE),
caracterizado por que
20 el primer y cuarto resonadores dieléctricos en modo TE (121, 124) son sustancialmente paralelos entre sí, el segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (122, 123) son sustancialmente paralelos entre sí, y el primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (121, 122) están orientados ortogonales entre sí, en donde al menos un par de resonadores dieléctricos en modo TE no adyacentes están acoplados electromagnéticamente entre sí.

25 10. El filtro de resonador dieléctrico de la reivindicación 9, que incluye

- una sonda de entrada (125), u otra interfaz para excitar el primer resonador dieléctrico en modo TE (121); o
- una sonda de salida (126), u otra interfaz para excitar el cuarto resonador dieléctrico en modo TE (124); o
30 - un primer elemento de perturbación que se extiende desde una superficie externa de la guía de ondas en la guía de onda, el primer elemento de perturbación dispuesto entre el primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (121, 122), y un segundo elemento de perturbación que se extiende desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, el segundo elemento de perturbación dispuesto entre el tercer y cuarto resonadores dieléctricos en modo TE (123, 124).
35

11. El filtro de resonador dieléctrico de la reivindicación 9 en el que el primer, segundo, tercer y cuarto resonadores dieléctricos en modo TE (121, 122, 123, 124) se conectan en cascada a lo largo de la línea recta de la guía de ondas para formar una primera configuración de resonador cuádruple, y
40 el filtro incluye además:
una segunda configuración de resonador cuádruple dispuesta alineada con la primera configuración de resonador cuádruple para formar un filtro del 8° orden.

12. El filtro de resonador dieléctrico de la reivindicación 9 en el que el primer y cuarto resonadores dieléctricos en modo TE (121, 124) están acoplados electromagnéticamente entre sí, y
45 el segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo TE (122, 123) están acoplados electromagnéticamente al primer y cuarto resonadores dieléctricos en modo TE (121, 124), respectivamente.

50 13. El filtro de resonador dieléctrico de la reivindicación 1 que comprende además:

un tercer, cuarto y quinto resonadores dieléctricos en modo TE (173) conectados en cascada a lo largo de dicha línea recta,
55 en donde el primer (171) y quinto (175) resonadores dieléctricos en modo TE son sustancialmente paralelos entre sí, el segundo (172) y cuarto (174) resonadores dieléctricos en modo TE son sustancialmente paralelos entre sí, y el tercer resonador dieléctrico en modo TE (173) está orientado en un ángulo que es diferente de cualquiera del primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (171, 172).
60

14. El filtro de resonador dieléctrico de la reivindicación 13, que incluye un primer elemento de perturbación que se extiende desde una superficie externa de la guía de ondas en la guía de onda, el primer elemento de perturbación dispuesto entre el primer y segundo resonadores dieléctricos en modo TE (171, 172),
65 un segundo elemento de perturbación que se extiende desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, el segundo elemento de perturbación dispuesto entre el segundo y tercer resonadores dieléctricos en modo

TE (172, 173),

un tercer elemento de perturbación que se extiende desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, el tercer elemento de perturbación dispuesto entre el tercer (173) y cuarto (174) resonadores dieléctricos en modo TE, y

5 un cuarto elemento de perturbación que se extiende desde la superficie externa de la guía de ondas en la guía de ondas, el cuarto elemento de perturbación dispuesto entre el cuarto y el quinto resonadores dieléctricos en modo TE (174, 175).

15. El filtro de resonador dieléctrico de la reivindicación 13, en el que

10 al menos un par resonadores dieléctricos en modo TE no adyacentes están acoplados electromagnéticamente entre sí.

FILTROS MONOMODO TE018

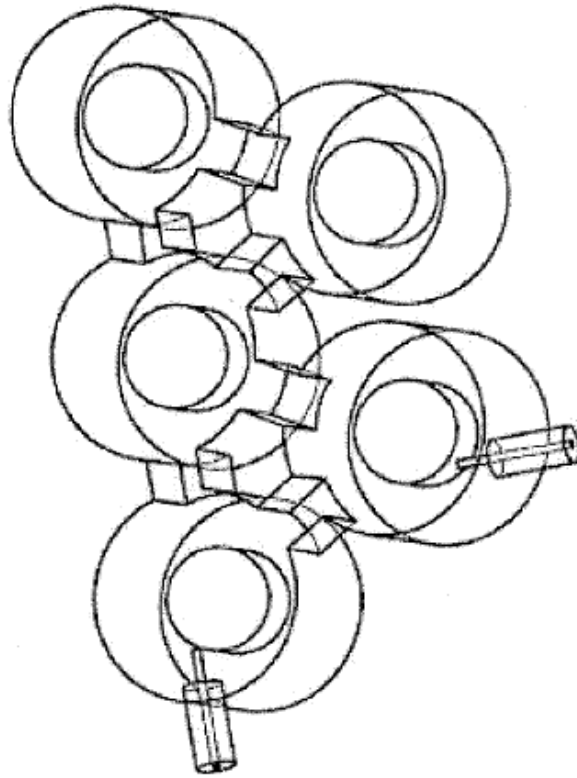


FIG. 1B

TÉCNICA ANTERIOR

FILTROS DE MODO DUAL HE11

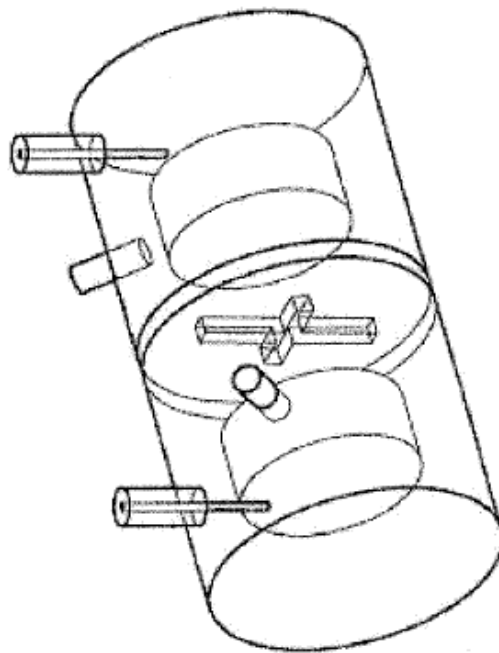


FIG. 1A

TÉCNICA ANTERIOR

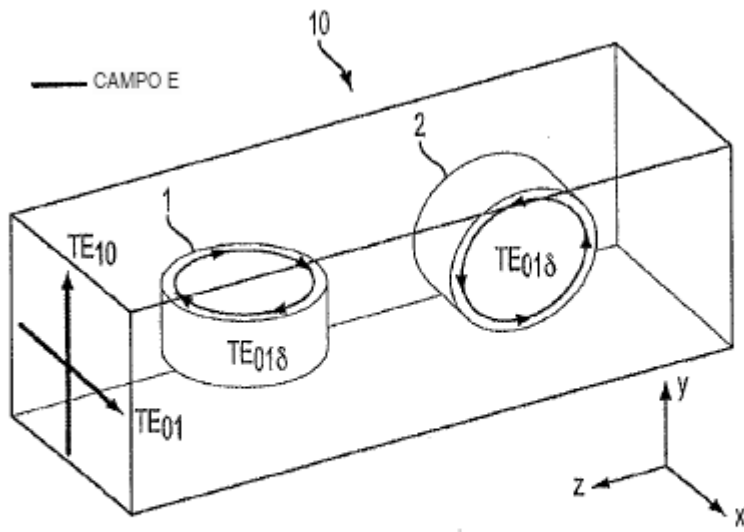


FIG. 2A

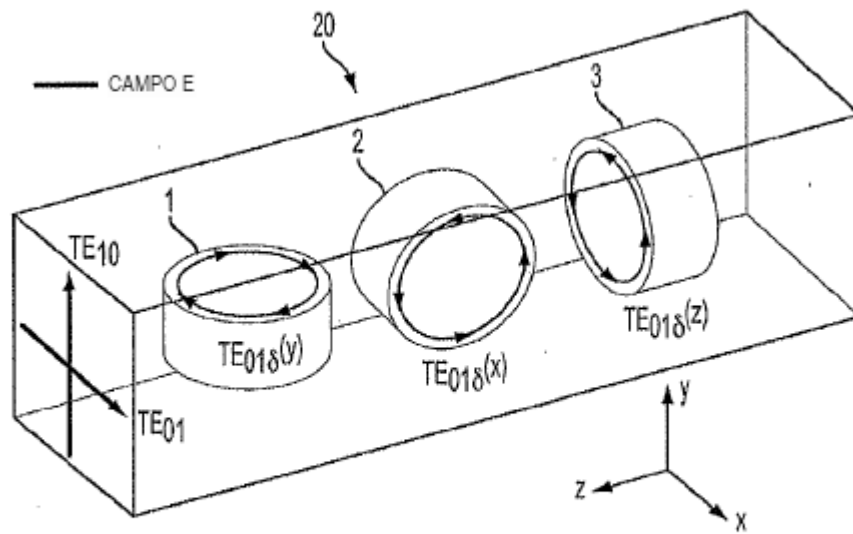


FIG. 2B

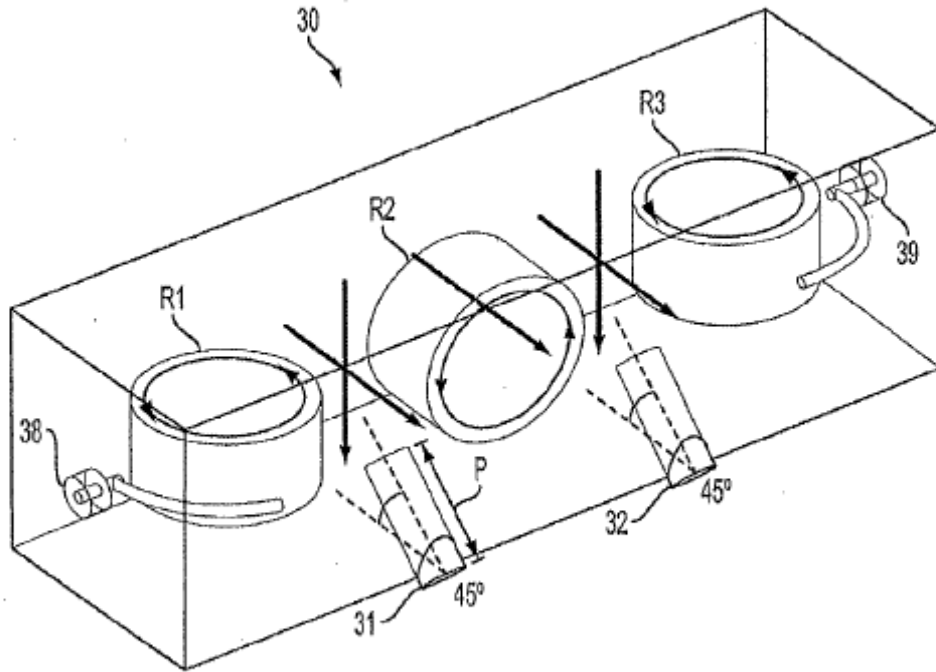


FIG. 3A

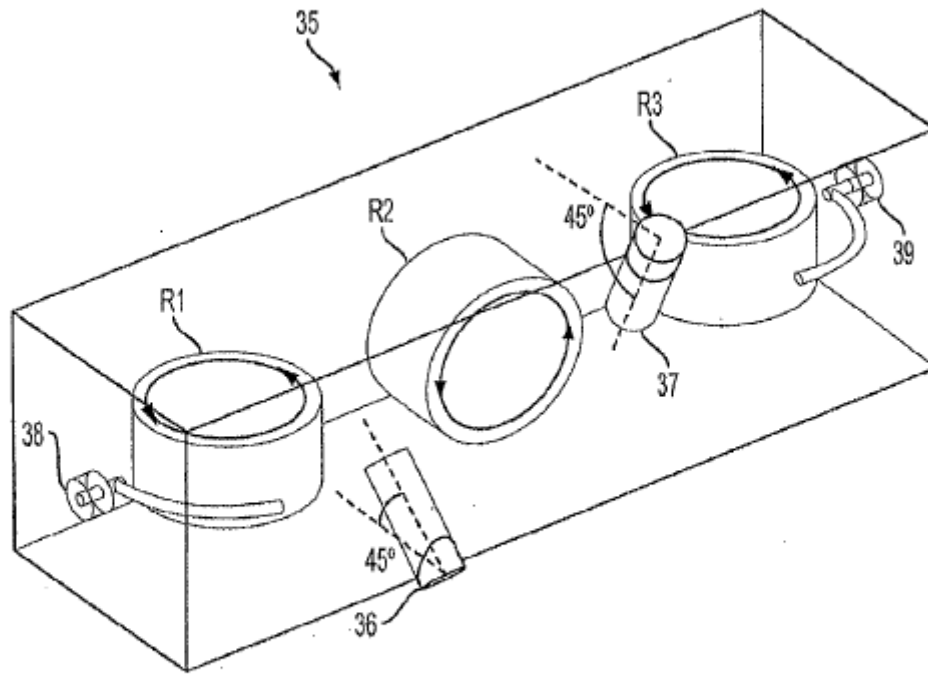


FIG. 3B

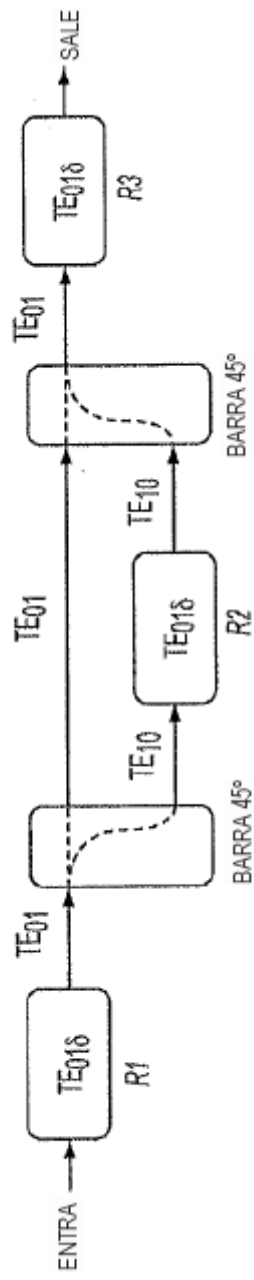


FIG. 3C

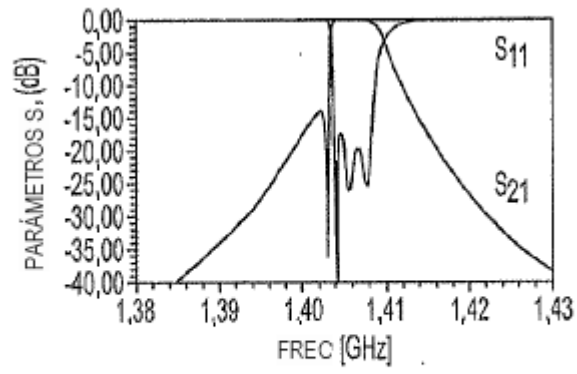


FIG. 4A

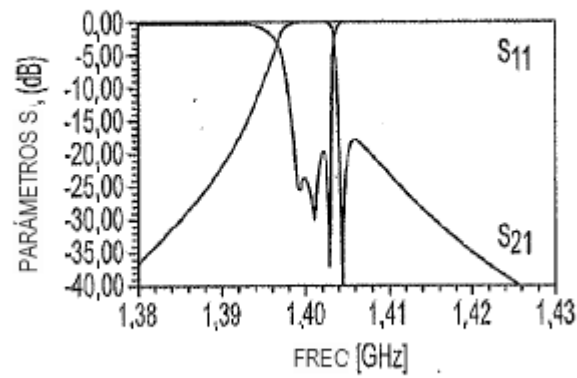


FIG. 4B

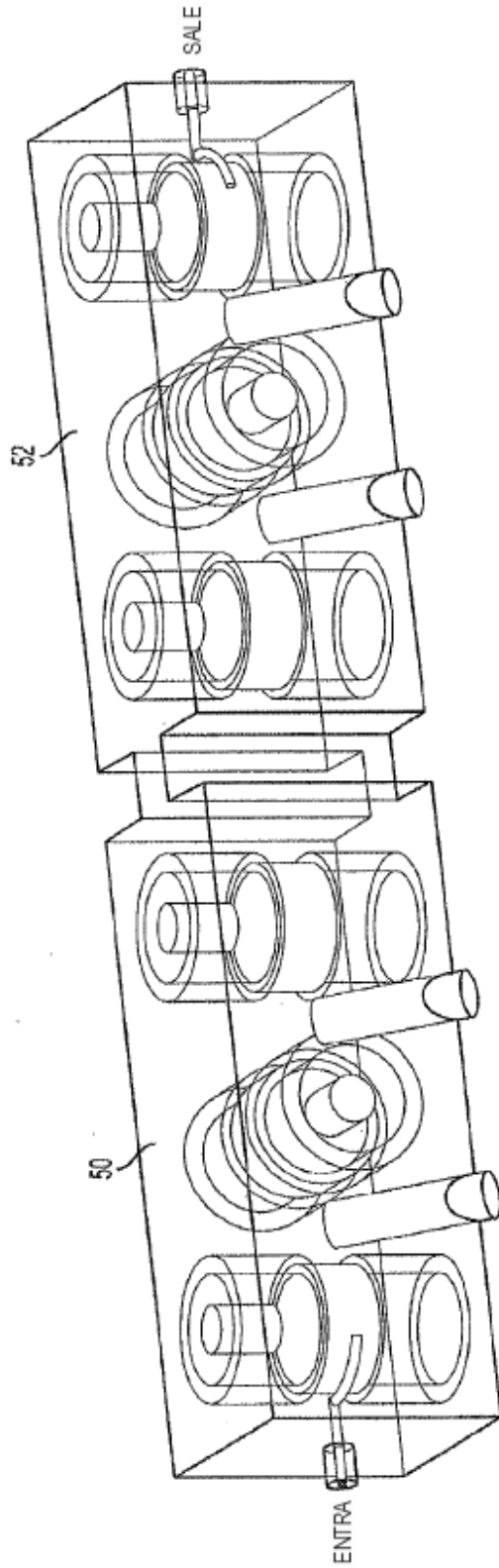


FIG. 5A

2 CONFIGURACIONES DE RESONADORES TRIPLES SE CONECTAN EN CASCADEA

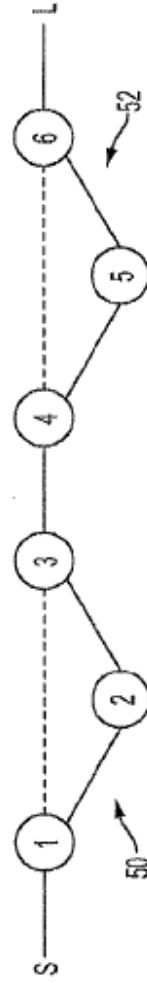


FIG. 5B

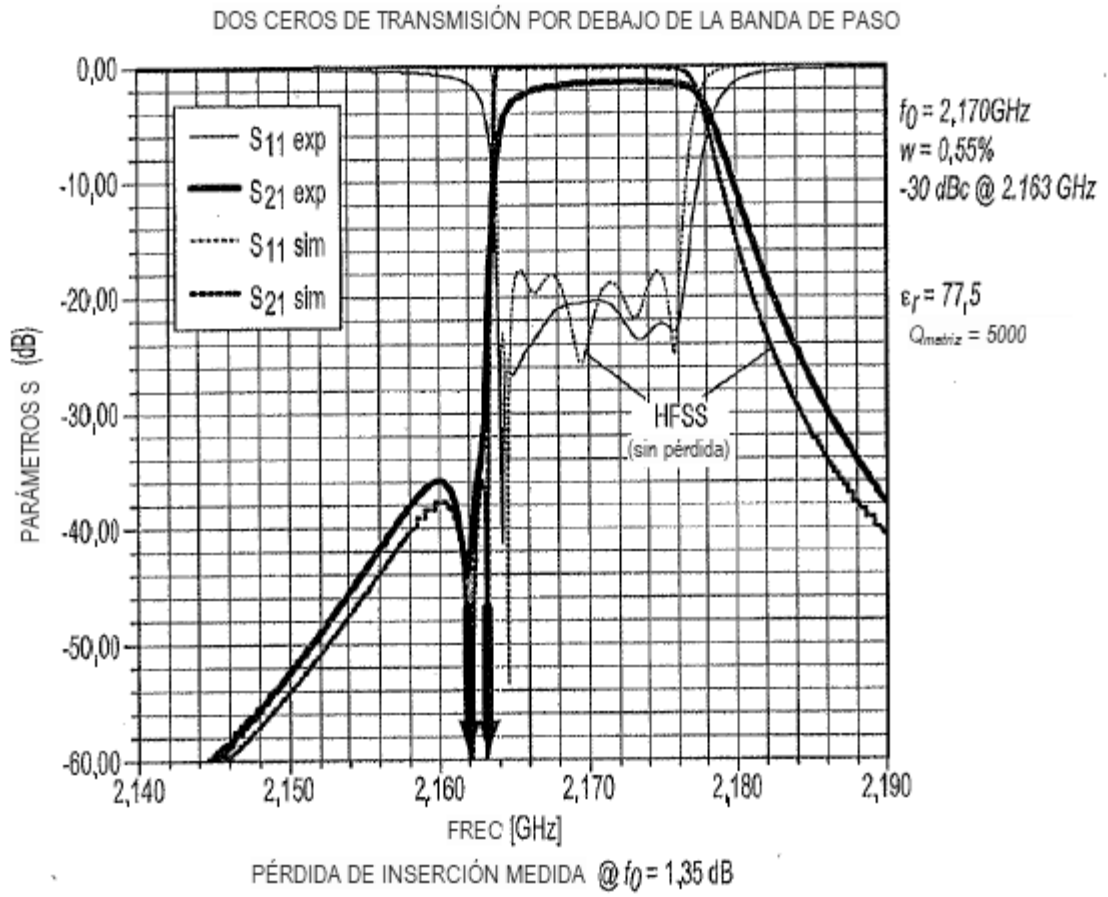


FIG. 6

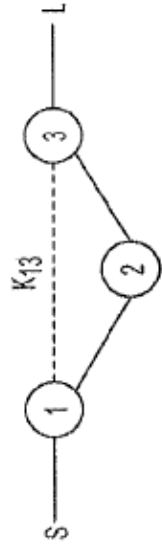


FIG. 8

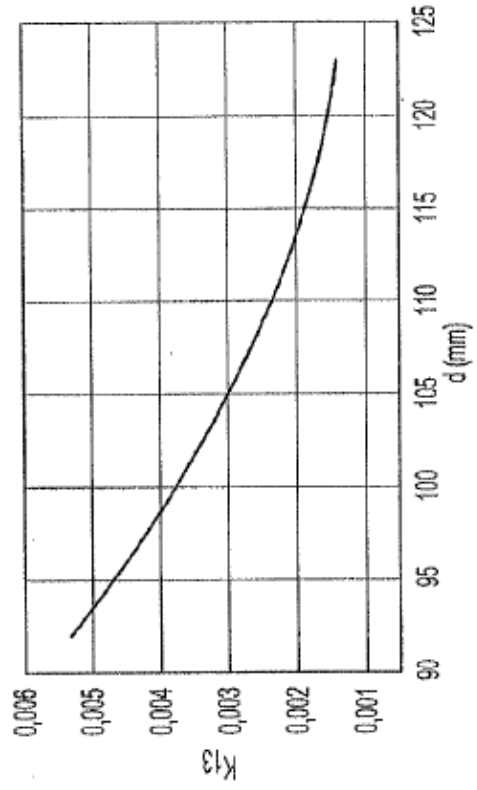


FIG. 9

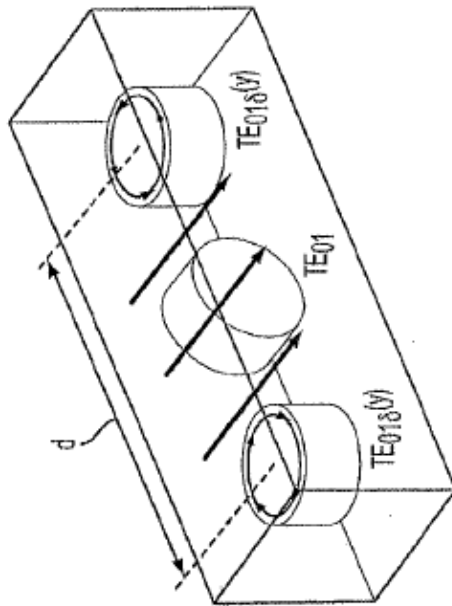


FIG. 7

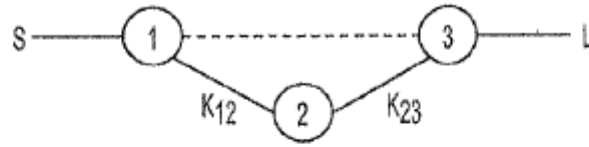


FIG. 10

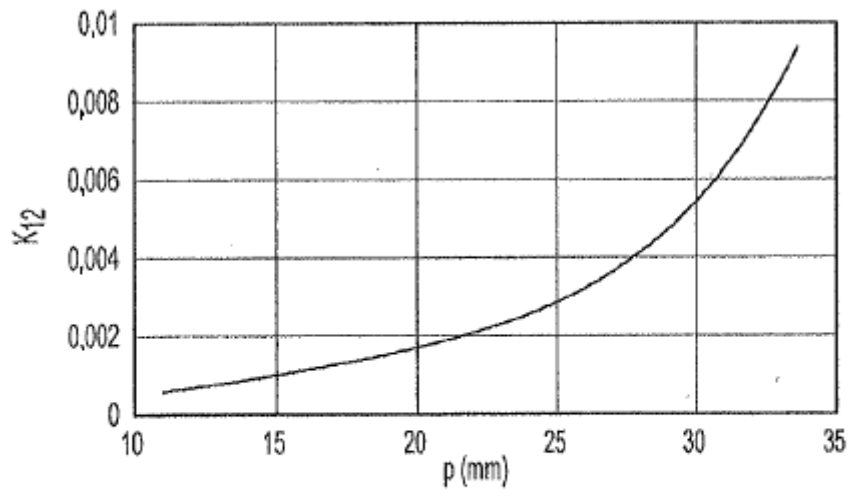


FIG. 11

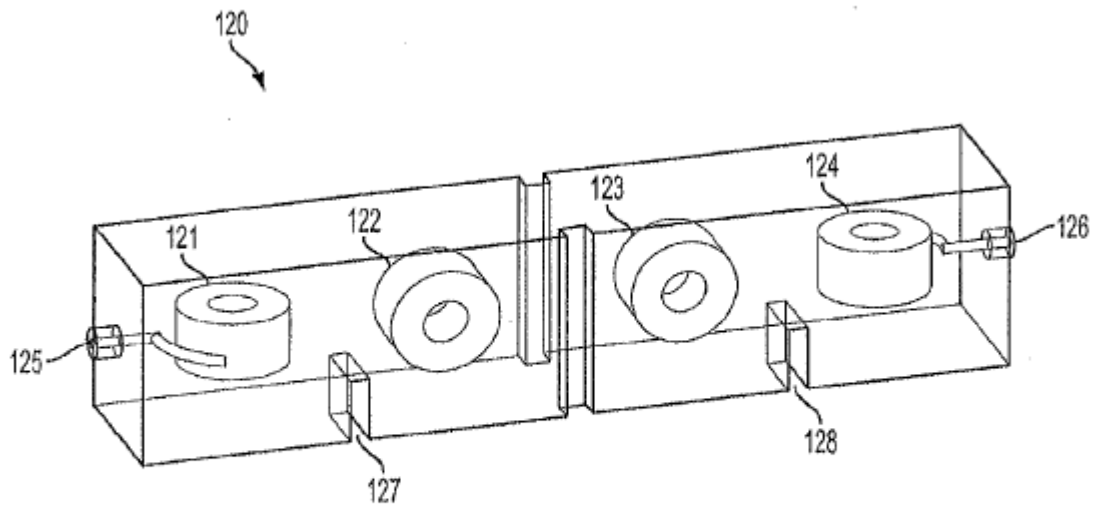


FIG. 12A

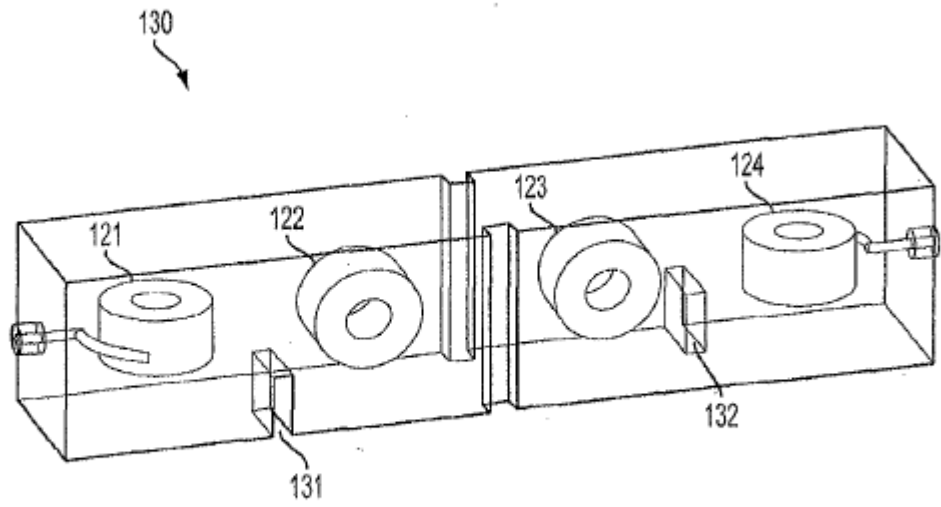


FIG. 12B

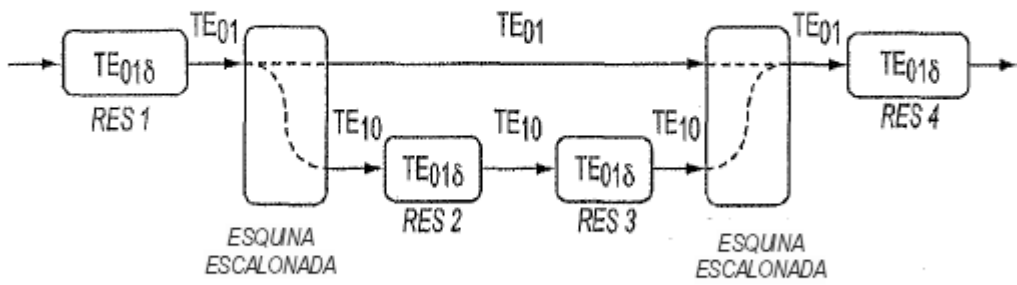


FIG. 12C

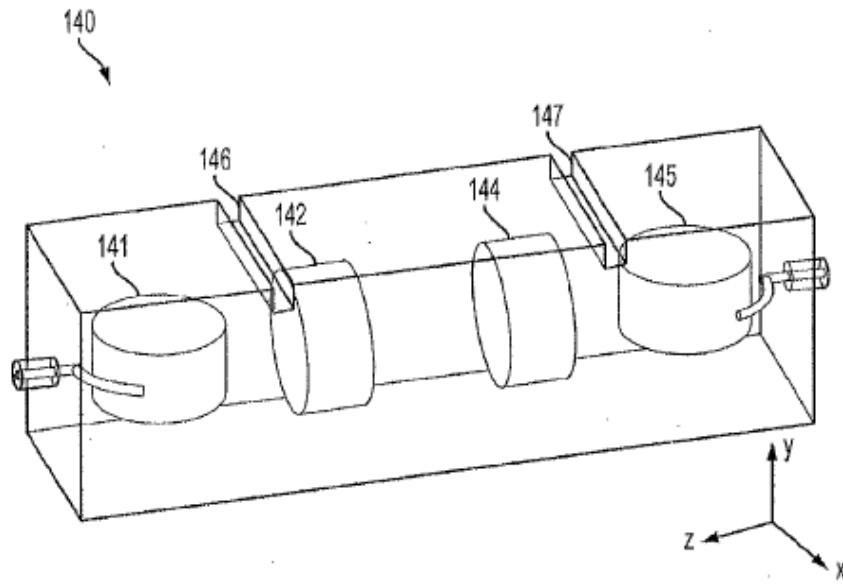


FIG. 13A

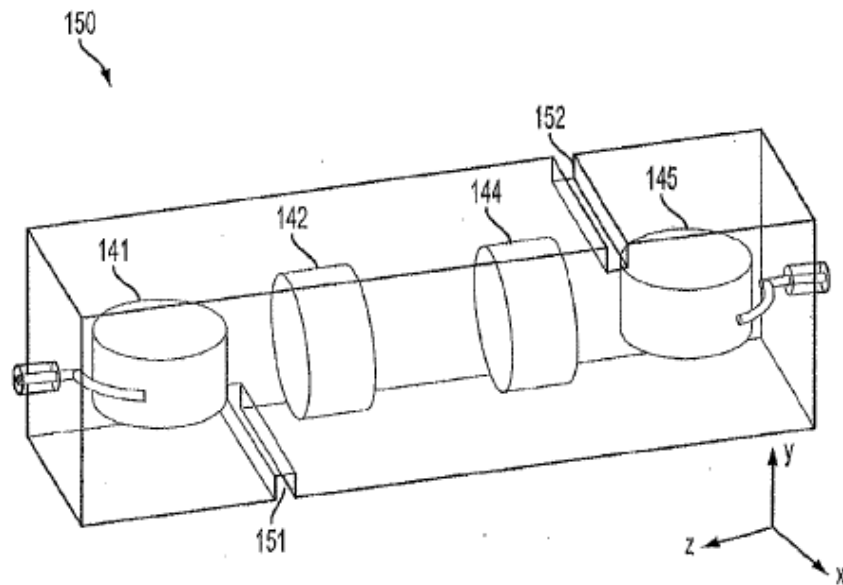


FIG. 13B

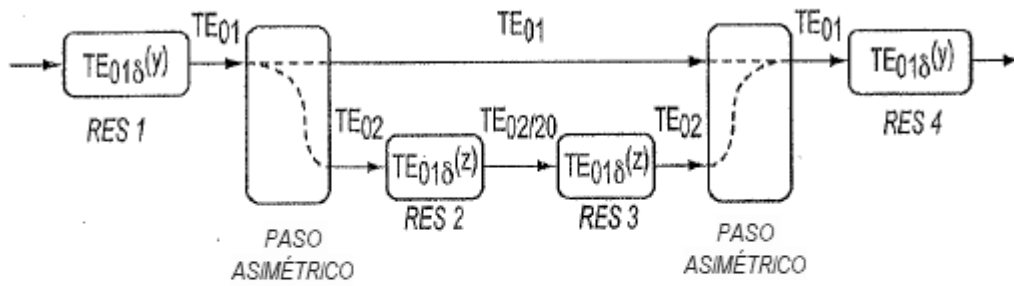


FIG. 13C

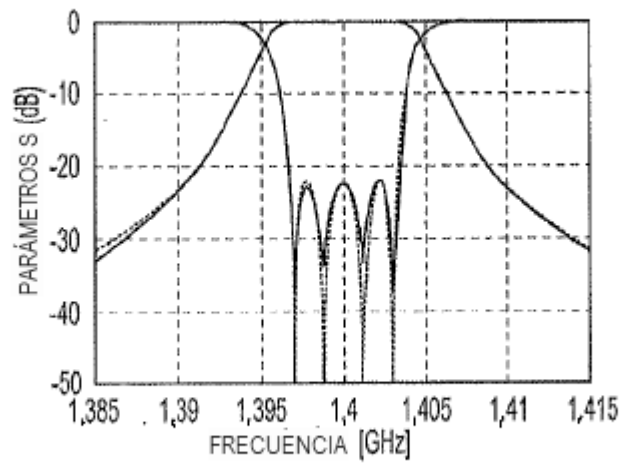


FIG. 14A

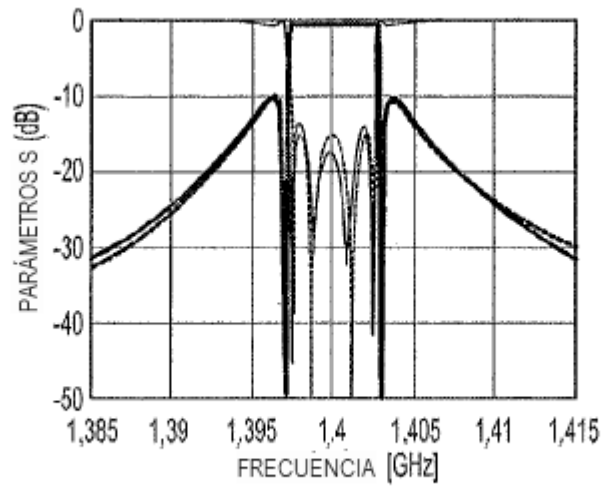


FIG. 14B

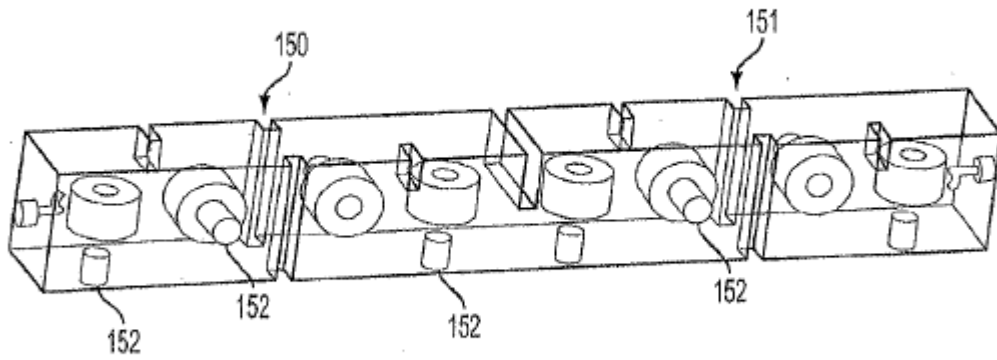


FIG. 15

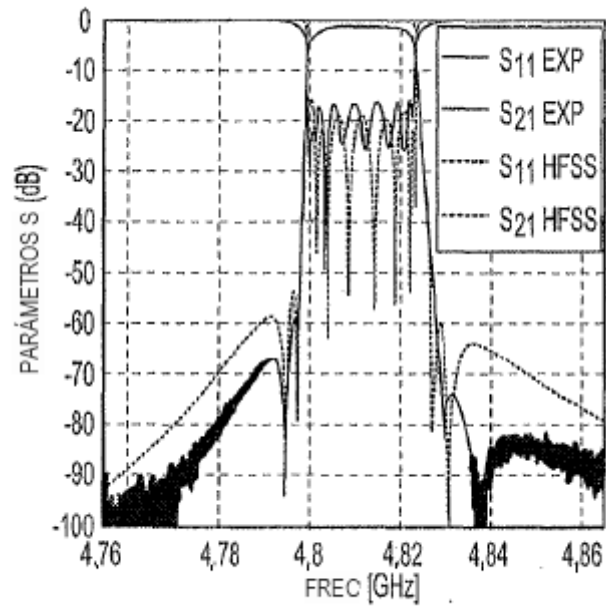


FIG. 16

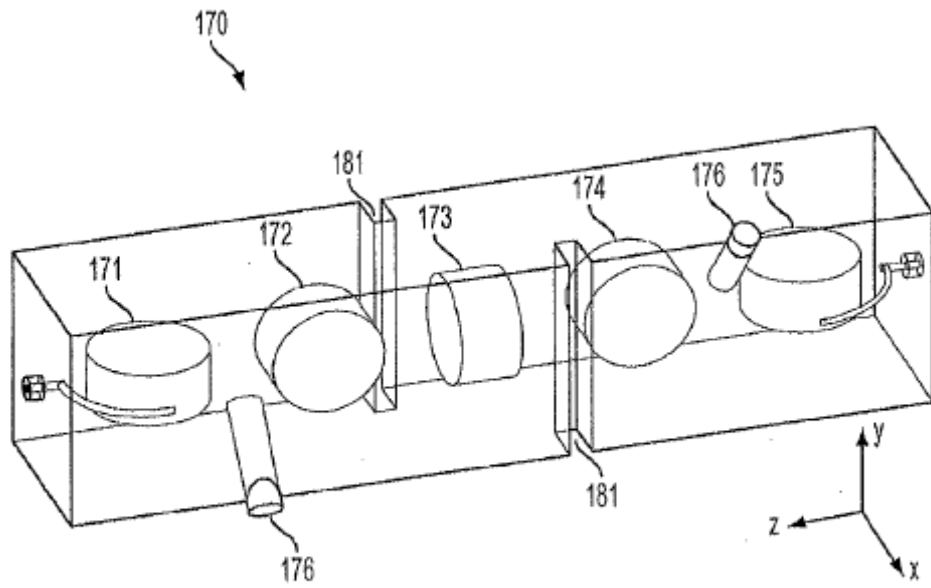


FIG. 17A

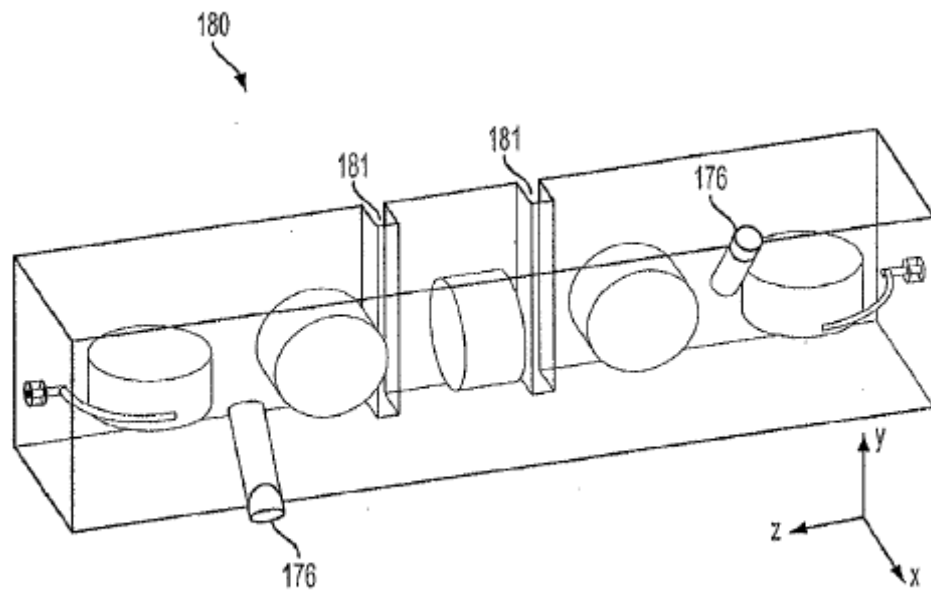


FIG. 17B

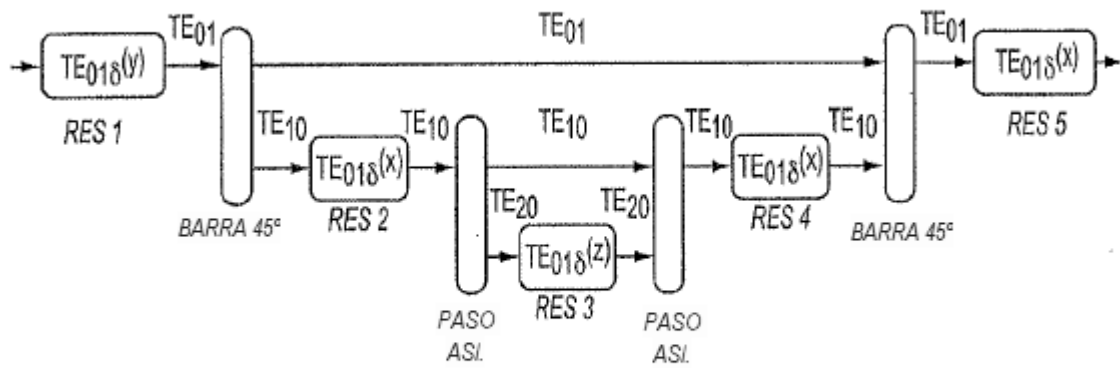


FIG. 17C

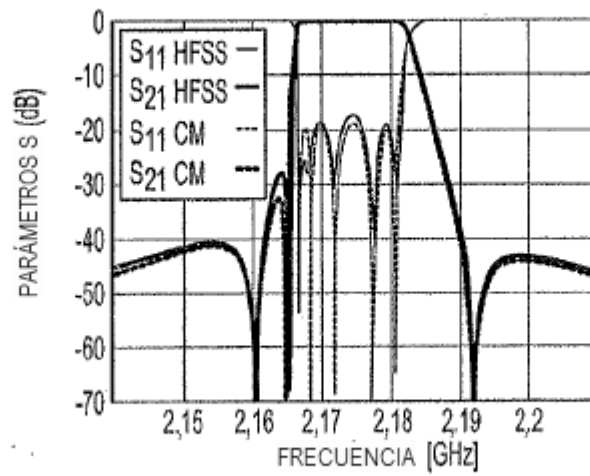


FIG. 18A

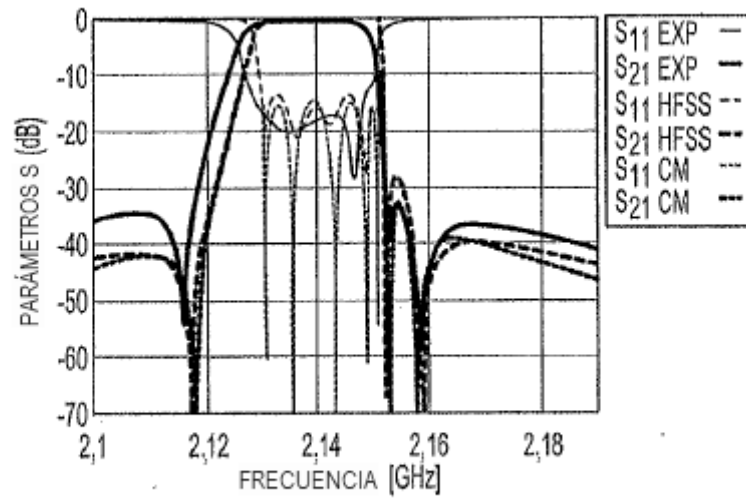


FIG. 18B