

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 756**

51 Int. Cl.:  
**H01P 1/161** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09305099 .5**  
96 Fecha de presentación: **02.02.2009**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2214251**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.08.2010**

54 Título: **Transductor ortomodo de guía de ondas**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.05.2012**

73 Titular/es:  
**CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES  
2, PLACE MAURICE QUENTIN  
75001 PARIS, FR**

72 Inventor/es:  
**Fonseca, Nelson**

74 Agente/Representante:  
**Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 379 756 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

Transductor ortomodo de guía de ondas.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a líneas de transmisión de ondas utilizadas como red de alimentación para antenas y en particular se refiere a una red de alimentación conocida como transductor ortomodo, que se utiliza para combinar/separar dos polarizaciones ortogonales.

10

**Antecedentes de la invención**

Los transductores ortomodo (OMT) son de gran interés en diversas aplicaciones, dado que permiten la combinación o separación de dos señales polarizadas ortogonalmente.

15

En telecomunicaciones, por ejemplo, mediante dicho tipo de componentes el ancho de banda disponible se utiliza de modo eficiente. En aplicaciones de radar, se pueden utilizar dichos componentes para separar las señales transmitidas y recibidas, siempre y cuando estén polarizadas ortogonalmente entre sí.

20

Dichos componentes resultan asimismo de interés en montajes de mediciones, por ejemplo para sistemas de medición en campo compacto, sistemas de medición en campo lejano o sistemas de medición en campo cercano, ya que es posible medir simultáneamente dos polarizaciones lineales ortogonales.

25

Se pone de manifiesto que una base muy conveniente para el diseño de un OMT con tecnología de guía de ondas constituye una unión en cruz (*turnstile*), ya que este componente presenta una banda ancha para la gestión de alta potencia.

La figura 1 representa una unión en cruz convencional.

30

Dicha unión comprende una guía de ondas circular principal 10 y cuatro guías de onda rectangulares secundarias 11-14, dispuestas en un plano común a lo largo del eje principal ortogonal AA', BB' de la unión. La unión en cruz 1 se puede apreciar como la superposición de los divisores de potencia de plano H rotados 90 grados.

35

Utilizándose como una red de alimentación de una antena, la guía de ondas circular principal 10 se conecta al puerto de la antena.

En función de la aplicación de la antena (para transmisión o recepción), dicha guía de ondas circular principal 10 se considera una salida o una entrada y conforme a ello el OMT combina o separa las polarizaciones ortogonales.

40

En aras de la simplicidad de la descripción siguiente, se asume que el OMT se utiliza para separar dos polarizaciones lineales ortogonales recibidas por una antena.

45

Una señal de radiofrecuencia que comprende un modo polarizado vertical  $20_v$  y un modo polarizado horizontal  $20_H$  entra en la guía de ondas circular principal 10 de la unión conforme a la orientación definida por el eje principal AA', BB' de la unión 1.

50

El campo polarizado verticalmente  $20_v$  se divide en dos señales parciales en contraposición de fase  $21_a$  y  $21_b$ , que abandonan la unión por dos puertos opuestos 11 y 13, respectivamente. Similarmente, el campo polarizado horizontalmente  $20_H$  se divide en dos señales parciales en contraposición de fase  $21_a$  y  $21_b$ , que abandonan la unión por los otros dos puertos opuestos 12 y 14, respectivamente.

Mediante esta unión, un campo electromagnético polarizado lineal se dirige de modo natural hacia las guías de ondas rectangulares 11-14 que presentan la misma dirección axial.

55

A continuación, es preciso que cada par de guías de ondas opuestas se recombine mediante un divisor de potencia/combinador. Sin embargo, debido a la geometría particular de la unión en cruz, el acoplamiento cruzado de trayectorias radioeléctricas ocasiona que habitualmente se utilice una red geométrica de grandes dimensiones y no simétrica, como la descrita en el documento "A *Turnstile Junction Waveguide Ortomode Transducer*", A. Navarrini et al., IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques.

60

La última característica puede tener impacto en el rendimiento en términos de ancho de banda, así como en la generación de modos de orden superior.

65

Ya se conocen algunas soluciones para superar dichos inconvenientes.

La patente US nº 7.330.088 describe una solución reduciendo la sección transversal de la guía de ondas, lo que

conlleva un diseño simétrico muy compacto. Sin embargo, es conocido que la reducción de la sección transversal limita la gestión de la potencia, lo que es muy relevante para las aplicaciones de telecomunicaciones, dado que la tendencia actual es incrementar la potencia transmitida por la antena.

5 En el documento WO 2008/008702 se describe una solución adicional. En el diseño descrito se utilizan cuatro T mágicas a fin de suprimir los acoplamientos cruzados de las trayectorias radioeléctricas. Sin embargo, este diseño conlleva una red de combinación que requiere tres componentes por trayectoria radioeléctrica, en comparación con el único componente necesario de los diseños anteriores. Por consiguiente, las pérdidas de inserción pueden aumentar y la sensibilidad a la precisión de la fabricación puede ser superior.

10

### Sumario de la invención

El objetivo de la presente invención consiste en proporcionar un transductor ortomodo para una guía de ondas que requiera un número reducido de elementos y ofrezca un buen rendimiento, en particular en términos de gestión de la potencia y de generación de modos de orden superior.

15

Conforme a un primer aspecto, la presente invención se refiere a un transductor ortomodo para una guía de ondas, que comprende: una unión que presenta una guía de ondas principal y cuatro guías de ondas auxiliares dispuestas a lo largo de los dos ejes principales ortogonales de la unión y definiendo cuatro cuadrantes; una red de combinación que comprende: dos T mágicas, cada una de las cuales comprende un puerto E, dos puertos comunes opuestos, así como un puerto H; una unión en T de plano H con un puerto  $\Sigma$  y dos puertos comunes opuestos; y una unión en T de plano E con un puerto  $\Delta$  y dos puertos comunes opuestos.

20

El transductor ortomodo para una guía de ondas según la presente invención se caracteriza: porque dos guías de ondas auxiliares, que definen un primer cuadrante, se conectan respectivamente a los puertos comunes de una de las T mágicas y las otras dos guías de ondas secundarias, que definen un segundo cuadrante opuesto al primero, se conectan a los puertos comunes de la otra T mágica; y porque las uniones en T se utilizan para conectarse a puertos similares de T mágicas (puertos E o H); de modo que el transductor separa dos señales polarizadas ortogonalmente que entren en dicha guía de ondas principal hacia dos salidas distintas, y recíprocamente dos señales que entren respectivamente por el puerto  $\Sigma$  y por el puerto  $\Delta$  de las uniones en T se combinan con polarizaciones ortogonales en dicha guía de ondas principal.

25

30

En el transductor ortomodo para una guía de ondas según la presente invención, las uniones en T se utilizan en particular para conectarse a puertos similares de T mágicas (es decir, puertos E o H).

35

Entonces, los dos puertos de plano H de las T mágicas se conectan a través de una unión en T de plano E, mientras que los dos puertos de plano E de las mismas T mágicas se conectan a través de una unión en T de plano H.

Mediante la presente invención, es posible obtener un transductor ortomodo para una guía de ondas con una estructura compacta y sin acoplamientos cruzados, y requiere únicamente dos componentes por trayectoria radioeléctrica.

40

El transductor ortomodo para una guía de ondas según la presente invención es menos sensible a los modos de orden superior debido a su topología simétrica de acceso.

45

En combinación con una unión en cruz, el transductor ortomodo para una guía de ondas según la presente invención presenta un valor umbral alto de gestión de potencia, en comparación con otros transductores ortomodo compactos para una guía de ondas del estado de la técnica.

El transductor ortomodo para una guía de ondas según la presente invención se revela como una solución de compromiso en complejidad y rendimiento entre todas las soluciones ya conocidas.

50

Los puertos E de todas las T mágicas se pueden conectar a los puertos comunes de la unión en T de plano H; y los puertos H de todas las T mágicas se pueden conectar a los puertos comunes de la unión en T de plano E.

55

La sección transversal de la guía de ondas principal puede ser circular, cuadrada u octogonal.

Las guías de onda auxiliares pueden constituir guías de onda rectangulares cuyo lado de más longitud sea ortogonal al eje longitudinal de la guía de ondas principal, siendo la ramificación una unión en cruz; o bien guías de onda rectangulares cuyo lado de más longitud sea paralelo al eje longitudinal de la guía de ondas principal.

60

El transductor ortomodo para una guía de ondas según la presente invención está adaptado para recibir/transmitir una señal de radiofrecuencia que comprenda dos campos electromagnéticos lineales polarizados ortogonalmente, con una orientación de 45° con respecto al eje principal de la unión.

65

La red de combinación comprende un acoplador de 3 dB para transformar las dos polarizaciones lineales

ortogonales en dos polarizaciones circulares ortogonales.

5 La unión del transductor ortomodo para una guía de ondas se diseña para transmitir/recibir bandas de alta frecuencia por un puerto opuesto al puerto principal de la guía de ondas principal, acoplando al mismo tiempo una banda de rango de frecuencia inferior hacia la red de combinación de dicho transductor ortomodo para una guía de ondas.

10 La presente invención se refiere asimismo a un procedimiento para combinar o separar dos polarizaciones lineales ortogonales cuyo eje principal esté girado  $45^\circ$  con respecto a los dos ejes principales definidos por las guías de onda rectangulares auxiliares.

15 En particular, de acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para separar dos campos electromagnéticos lineales polarizados ortogonalmente mediante el transductor ortomodo para una guía de ondas según el primer aspecto de la presente invención, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes: entrada de dos campos electromagnéticos lineales polarizados ortogonalmente (vertical y horizontal) en la guía de ondas principal con una orientación de  $45^\circ$  con respecto al eje principal de la unión; encaminamiento de ambas señales polarizadas ortogonalmente (vertical u horizontal) que entran por los puertos comunes de las T mágicas hacia distintas salidas de dichas T mágicas (respectivamente, puerto E o puerto H); salida de la red de combinación a través de las uniones en T respectivas (combinador de potencia del plano H para la polarización vertical y combinador de potencia del plano E para la polarización horizontal).

20 Y de acuerdo con un tercer aspecto, debido a la reciprocidad de los componentes pasivos electromagnéticos, la presente invención se refiere a un procedimiento para combinar dos señales como polarizaciones lineales ortogonales en una misma guía de ondas principal mediante el transductor ortomodo para una guía de ondas según el primer aspecto de la presente invención, dicho procedimiento comprendiendo las etapas siguientes: entrada de las señales de radiofrecuencia en dichos uniones en T; salida de la señal con dos polarizaciones lineales ortogonales por la guía de ondas principal (una por señal que entra en cada unión en T) con una orientación de  $45^\circ$  con respecto al eje principal de la unión.

30 De acuerdo con un cuarto aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo de antena que comprende un transductor ortomodo para una guía de ondas según el primer aspecto de la presente invención.

35 El transductor ortomodo para una guía de ondas según el primer aspecto de la presente invención puede estar concebido para transmitir/recibir bandas de alta frecuencia por un puerto opuesto al puerto principal de la guía de ondas principal, acoplando al mismo tiempo una banda de rango de frecuencia inferior hacia la red de combinación de dicho transductor ortomodo para una guía de ondas.

40 Y de acuerdo con un quinto aspecto, la presente invención se refiere a un dispositivo de antena multibanda que comprende por lo menos una unión de modos ortogonales para una guía de ondas según el diseño anterior.

**Breve descripción de los dibujos**

45 En la descripción siguiente se ponen de manifiesto unas características y ventajas adicionales de la presente invención. Se describen unas formas de realización según la presente invención haciendo referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1, ya descrita, representa una unión en cruz convencional;
- la figura 2 representa la utilización no convencional de una unión en cruz conocida en el OMT de la presente invención;
- la figura 3 representa una T mágica utilizada en el OMT de la presente invención;
- la figura 4 representa una unión en T de plano H utilizada en el OMT de la presente invención;
- la figura 5 representa una unión en T de plano E utilizada en el OMT de la presente invención;
- la figura 6 representa el OMT con una unión en cruz y la red de combinación asociada;
- las figuras 7a y 7b representan el rendimiento típico de una unión en cruz y de una T mágica;
- las figuras 8a y 8b representan una vista superior e inferior de un posible diseño en banda Ku del OMT según la presente invención;
- las figuras 9a y 9b representan resultados típicos del OMT de la presente invención para las polarizaciones horizontal y vertical.

**Descripción detallada de la invención**

Diseño del transductor ortomodo para una guía de ondas

5

Utilización no convencional de la unión en cruz

10 El transductor ortomodo para una guía de ondas de se basa en una utilización no convencional de la unión en cruz. De hecho, dicha unión en cruz convencional por sí misma es susceptible de separar dos polarizaciones ortogonales, aunque en este caso la complejidad proviene de la red de combinación (véase la figura 1).

La figura 2 representa la utilización no convencional de la unión en cruz.

15 Con el objetivo de reducir la complejidad de la red de combinación sin que existan acoplamientos cruzados, la unión convencional se gira 45°, lo que implica que la señal entra en el transductor por la guía de ondas principal 10 orientada 45° en relación con el eje principal AA', BB' de la unión 2.

20 Una consecuencia de dicha rotación es que ambas polarizaciones están presentes en las cuatro guías de ondas auxiliares 11 a 14, y que la potencia de la señal de radiofrecuencia que entra en el transductor se divide entre cuatro.

Una señal de radiofrecuencia que comprende un modo polarizado verticalmente 30<sub>V</sub> y un modo polarizado horizontalmente 30<sub>H</sub> (dichos modos son ortogonales entre sí) entra en la guía de ondas circular principal 10 de la unión 2 orientada 45° en relación con el eje principal AA', BB' de la unión 2.

25 Cabe destacar que cuando la unión está asociada una antena de transmisión, la señal de radiofrecuencia abandona dicha unión orientada 45° en relación con el eje principal AA', BB' de la unión 2.

30 El campo polarizado verticalmente 30<sub>V</sub> se divide en los campos 31<sub>V1</sub>, 31<sub>V2</sub>, 31<sub>V3</sub> y 31<sub>V4</sub>. Las señales 31<sub>V1</sub> y 31<sub>V2</sub> están en fase entre sí, aunque en oposición de fase con las señales 31<sub>V3</sub> y 31<sub>V4</sub>.

Del mismo modo, el campo polarizado horizontalmente 30<sub>H</sub> se divide en los campos electromagnéticos 31<sub>H1</sub>, 31<sub>H2</sub>, 31<sub>H3</sub> y 31<sub>H4</sub>. Las dos señales 31<sub>H1</sub> y 31<sub>H4</sub> están en fase entre sí, aunque en oposición de fase con las señales 31<sub>H2</sub> y 31<sub>H3</sub>.

35 Combinando convenientemente la unión y una red de comunicación apta, es posible separar las polarizaciones (o bien combinarlas) para un OMT asociado a una antena que actúa como un receptor (o transmisor).

La figura 6 representa la utilización no convencional de la unión en cruz 2, junto con la red de combinación asociada.

40 Red de combinación

45 La red de combinación, cuando funciona como receptor (respectivamente, transmisor), comprende unas T mágicas 30 para la separación (respectivamente, combinación) de las polarizaciones asociadas a las uniones en T de plano H 40 y las uniones en T de plano E 50 actuando como combinadores de potencia (respectivamente, divisores de potencia).

La red de combinación comprende dos T mágicas 30, cada una de las cuales presenta un puerto E 33, dos puertos comunes opuestos 31, y un puerto H 32, una unión en T de plano H 40 y una unión en T de plano E 50.

50 La figura 3 representa una T mágica.

La figura 4 representa una unión en T de plano H y la figura 5 representa una unión en T de plano E.

55 La T mágica 30 se puede utilizar como combinador de potencia de plano H, con el objetivo que consiste en combinar dos campos electromagnéticos en fase 31<sub>H</sub>, que entren por los puertos comunes 31, en un campo electromagnético 32<sub>H</sub> que salga por el puerto H 32. Si se utiliza como divisor de potencia de plano H, la T mágica 30 divide un campo electromagnético que entra por el puerto H 32 en dos campos electromagnéticos en fase de la mitad de potencia.

60 La T mágica 30 se puede utilizar asimismo como un combinador de potencia de plano E, con el objetivo que consiste en combinar dos campos electromagnéticos en oposición de fase 31<sub>E</sub>, que entren por los puertos comunes 31, en un campo electromagnético de mayor potencia 33<sub>E</sub> que salga por los puertos 33. Si se utiliza como divisor de potencia de plano E, la T mágica 30 divide un campo electromagnético que entra por el puerto E 33 en dos campos electromagnéticos en oposición de fase de la mitad de potencia que abandonan la estructura por los dos puertos comunes 31.

65 Si se utiliza como combinador/divisor de potencia de plano H, los campos electromagnéticos se propagan por el

puerto H 32 y los puertos comunes 31, mientras que el puerto E 33 no desempeña ningún papel. Por otra parte, si se utiliza como combinador/divisor de potencia de plano E, los campos electromagnéticos se propagan por el puerto E 33 y los puertos comunes 31, mientras que el puerto H 32 no desempeña ningún papel.

5 La figura 4 representa una unión en T de plano H.

La unión en T de plano H 40 se puede utilizar como combinador de potencia o como divisor de potencia. Si se utiliza como combinador de potencia, dos campos electromagnéticos en fase  $41_H$  que entran por los puertos 41, se suman para formar el campo electromagnético  $42_H$ , que abandona la estructura por el puerto 42. Si se utiliza como divisor de potencia, el campo electromagnético  $42_H$ , que entra por el puerto 42, se divide en dos campos electromagnéticos en fase de la mitad de la potencia  $41_H$ , que abandonan la estructura por los puertos 41.

La figura 5 representa una unión en T de plano E.

15 La unión en T de plano E 50 se puede utilizar como combinador de potencia o como divisor de potencia. Si se utiliza como combinador de potencia, dos campos electromagnéticos en oposición de fase  $51_E$  que entran por los puertos 51, se suman para formar el campo electromagnético  $52_E$ , que abandona la estructura por el puerto 52. Si se utiliza como divisor de potencia, el campo electromagnético  $52_E$ , que entra por el puerto 52, se divide en dos campos electromagnéticos en oposición de fase de la mitad de la potencia  $51_E$ , que abandonan la estructura por los puertos 51.

La figura 6 representa la combinación de la unión en cruz, las dos T mágicas y las uniones en T de plano H y de plano E requeridas para separar/combinar dos polarizaciones lineales ortogonales.

25 La estructura se describe asumiendo que está asociada a una antena de recepción, aunque conforme a las descripciones anteriores de todos los componentes individuales, se puede utilizar asimismo asociada a una antena de transmisión.

En el caso de un OMT utilizado para separar dos polarizaciones lineales ortogonales, un campo electromagnético vertical y un campo electromagnético horizontal entran en la unión en cruz. La potencia total que se propaga hacia las guías de onda rectangulares auxiliares se divide en cuatro.

Por lo que respecta a la polarización vertical, las señales propagándose hacia los puertos de las guías de onda rectangulares auxiliares superiores están en fase, aunque están en oposición de fase con las señales que se propagan hacia los puertos de las guías de onda rectangulares auxiliares inferiores.

Por lo que respecta a la polarización horizontal, las señales propagándose hacia los puertos de las guías de onda rectangulares auxiliares de la derecha están en fase, aunque están en oposición de fase con las señales que se propagan hacia los puertos de las guías de onda rectangulares auxiliares de la izquierda.

Las señales de la polarización vertical que llegan a los puertos comunes de las T mágicas se encuentran en oposición de fase: se combinan hacia el puerto E conforme a la descripción anterior de los componentes individuales.

Las señales de la polarización horizontal que llegan a los puertos comunes de las T mágicas se encuentran en fase: se combinan hacia el puerto H conforme a la descripción anterior de los componentes individuales.

Las dos señales con polarización vertical que salen por los puertos E de las dos T mágicas se encuentran en fase y a continuación se combinan mediante un combinador de potencia de plano H.

Las dos señales con polarización horizontal que salen por los puertos H de las dos T mágicas se encuentran en oposición de fase y a continuación se combinan mediante un combinador de potencia de plano E.

Utilizando el OMT según la presente invención, la polarización vertical abandona la estructura por el puerto 42 del combinador de plano H y la polarización horizontal abandona la estructura por el puerto 52 del combinador de plano E.

La estructura propuesta separa/combinar polarizaciones con únicamente dos componentes por trayectoria eléctrica (una T mágica y una unión en T) sin que exista ningún acoplamiento cruzado ni ninguna modificación de la sección transversal de la guía de ondas.

La estructura es asimismo totalmente simétrica para la polarización, lo que se espera que conlleve una menor generación de modos de orden superior.

Este concepto se puede adaptar para un transductor ortomodo provisto de ranuras de acoplamiento longitudinales, aunque este diseño presenta un menor grado de gestión de la potencia y un menor ancho de banda.

La estructura del OMT indicado anteriormente se ha descrito para separar dos polarizaciones lineales ortogonales. Sin embargo, se puede asimismo asociar a un acoplador de 3 dB/90° con el objetivo de separar/combinar dos polarizaciones circulares ortogonales.

5 Asimismo, se puede diseñar con uniones ortomodo para transmitir/recibir bandas de alta frecuencia por un puerto (no representado) opuesto al puerto principal 30 de la guía de ondas principal 10, acoplando al mismo tiempo una banda de rango de frecuencia inferior hacia la red de combinación.

10 La sección transversal de dicho tipo de uniones puede presentar una reducción progresiva o irises de guías de ondas, que impidan que la banda de baja frecuencia se propague por el puerto opuesto al puerto principal 30.

Efectuando el diseño convenientemente, toda la potencia de la banda de rango frecuencial reducido se dirige hacia la red de combinación.

15 Asociando por lo menos dos uniones ortomodo, se pueden separar/combinar señales electromagnéticas polarizadas ortogonalmente de múltiples bandas de frecuencia.

20 Asimismo, en aras de simplificar la asociación del transductor ortomodo para un guía de ondas con una antena, típicamente una bocina circular, el acceso de la guía de ondas principal se ha descrito con una sección transversal circular. Sin embargo, en algunos casos puede ser interesante disponer de una guía de ondas principal con sección transversal cuadrada o bien octogonal.

#### Diseño del OMT en banda Ku

25 A fin de ilustrar la aplicación de una unión en cruz, se ha diseñado un OMT en banda Ku.

Las bandas de frecuencia correspondientes para telecomunicaciones por satélite son [10,95 - 12,75 GHz] para la transmisión y [13,75 - 14,5 GHz] para la recepción.

30 La unión en cruz y la T mágica se optimizaron por separado, mientras que las uniones en T de plano E y de plano H se optimizaron con sus codos vinculados a sus puertos comunes, ya que ello influye notablemente en el rendimiento.

35 El diseño de todos los componentes es estándar. Se utiliza una sección transversal estándar WR75 de la guía de ondas en toda la red de combinación.

Las figuras 7a y 7b representan, respectivamente, el rendimiento de la unión en cruz y de las T mágicas del diseño del OMT en banda Ku.

40 En lo que concierne a la unión en cruz, entre 10 y 15 GHz se obtiene un comportamiento de banda con coeficientes de transmisión muy planos.

Debido a la simetría de los componentes, todos los coeficientes de transmisión presentan la misma amplitud. El nivel se aproxima al valor teórico de -6,02 dB en todo el ancho de banda deseado.

45 Los rendimientos de fase también se aproximan a los valores teóricos, con los correspondientes valores teóricos de transmisión en fase y en oposición de fase. Para más información, se indican asimismo valores de rendimiento superiores a los 15 GHz. Cabe destacar una degradación significativa debido a los modos de orden superior.

50 A fin de obtener una cierta precisión, el análisis multimodal consideró un máximo de 10 modos por puerto.

Tal como se aprecia en la figura 7b, para la T mágica, el ancho de banda de plano H es más reducido que el de plano E. En la banda de 1 GHz, se alcanza un rendimiento aceptable entre aproximadamente 12 y 13 GHz.

55 Con el objetivo de mejorar el rendimiento global del diseño, se pueden utilizar T mágicas con características de ancho de banda mayor, que se basen por ejemplo en irises, guías de ondas con resaltes internos longitudinales, etc.

60 En las figuras 9a y 9b se ilustra el rendimiento simulado del diseño del OMT en banda Ku en función de las pérdidas de retorno y de los valores resultantes de transmisión y aislamiento para ambas polarizaciones vertical y horizontal (resp., Pol. V y Pol. H).

Cabe destacar que el ancho de banda de la polarización vertical es mayor que el de la polarización horizontal, siendo el principal motivo las limitaciones de la T mágica (las señales de polarización horizontal se combinan a través de los puertos de plano H de las T mágicas).

65 Para ambas polarizaciones, se alcanzan un valor de las pérdidas de retorno mejor que -10 dB a lo largo de una

banda de unos 2,2 GHz, entre 11,1 y 13,3 GHz.

El valor de las pérdidas de inserción es mejor que 0,6 dB en todo este rango de frecuencia. Dichas pérdidas no tienen en cuenta las pérdidas óhmicas, ya que se considera que metal de la simulación es un conductor perfecto.

5 En lo que concierne al aislamiento, es interesante destacar que el rendimiento simulado es cercano a un valor de -60 dB en un gran ancho de banda (véase la figura 9a). Ello constituye un valor típico para uniones en cruz estándar, lo que implica que a pesar de nuestra utilización no convencional de la unión en cruz, en relación a este parámetro se puede obtener un rendimiento estándar.

10



**REIVINDICACIONES**

1. Transductor ortomodo de guía de ondas, que comprende:

- 5 - una unión (1) que presenta una guía de ondas principal (10) y cuatro guías de ondas auxiliares (11 a 14) dispuestas a lo largo de los dos ejes principales ortogonales (AA', BB') de la unión (1) y que define cuatro cuadrantes (I, II, III, IV);
- una red de combinación que comprende
  - 10 o dos T mágicas (30), presentando cada una de las cuales un puerto E (33), dos puertos comunes opuestos (31), y un puerto H (32);
  - 15 o una unión en T de plano H (40) que presenta un puerto  $\Sigma$  (42) y dos puertos comunes opuestos (41); y
  - o una unión en T de plano E (50) que presenta un puerto  $\Delta$  (52) y dos puertos comunes opuestos (51);

estando dichas T mágicas adaptadas para su utilización como combinador de potencia o divisor de potencia,

20 caracterizado porque:

- o dos guías de ondas auxiliares (11 a 12), que definen un primer cuadrante (I), están conectadas respectivamente a los puertos comunes (31) de una de las T mágicas (30) y las otras dos guías de ondas secundarias (13 a 14), que definen un segundo cuadrante (II) opuesto al primer (I), están conectadas a los puertos comunes (31) de la otra T mágica (30); y porque
- o los puertos E (33) de cada T mágica (30) están conectados a los puertos comunes (41) de la unión en T de plano H (40); y los puertos H (32) de cada T mágica (30) están conectados a los puertos comunes (51) de la unión en T de plano E (50);

30 de manera que:

cuando las uniones en T (40, 50) se utilizan como divisor de potencia, el transductor separa hacia el puerto  $\Sigma$  (42) y el puerto  $\Delta$  (52) de las uniones en T, respectivamente, dos señales polarizadas ortogonalmente que entran en dicha guía de ondas principal (10), y reciprocamente, cuando las uniones en T (40, 50) se utilizan como combinador de potencia, dos señales que entran respectivamente en el puerto  $\Sigma$  (42) y el puerto  $\Delta$  (52) de las uniones en T se combinan con las polarizaciones ortogonales en dicha guía de ondas principal (10).

2. Transductor ortomodo de guía de ondas según la reivindicación 1, en el que la guía de ondas principal (10) presenta una sección transversal circular, cuadrada u octogonal.

3. Transductor ortomodo de guía de ondas según la reivindicación 1, en el que las guías de ondas auxiliares (11 a 14) son

- 45 - las guías de ondas rectangulares con el lado más largo ortogonal al eje longitudinal de la guía de ondas principal (10), siendo la unión (1) una unión en cruz; o
- las guías de ondas rectangulares con el lado más largo paralelo al eje longitudinal de la guía de ondas principal (10).

4. Transductor ortomodo de guía de ondas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que dicho transductor está adaptado para recibir/transmitir una señal de radiofrecuencia que comprende dos campos electromagnéticos polarizados linealmente ortogonales con una orientación girada de 45° con respecto al eje principal (AA', BB') de la unión (1).

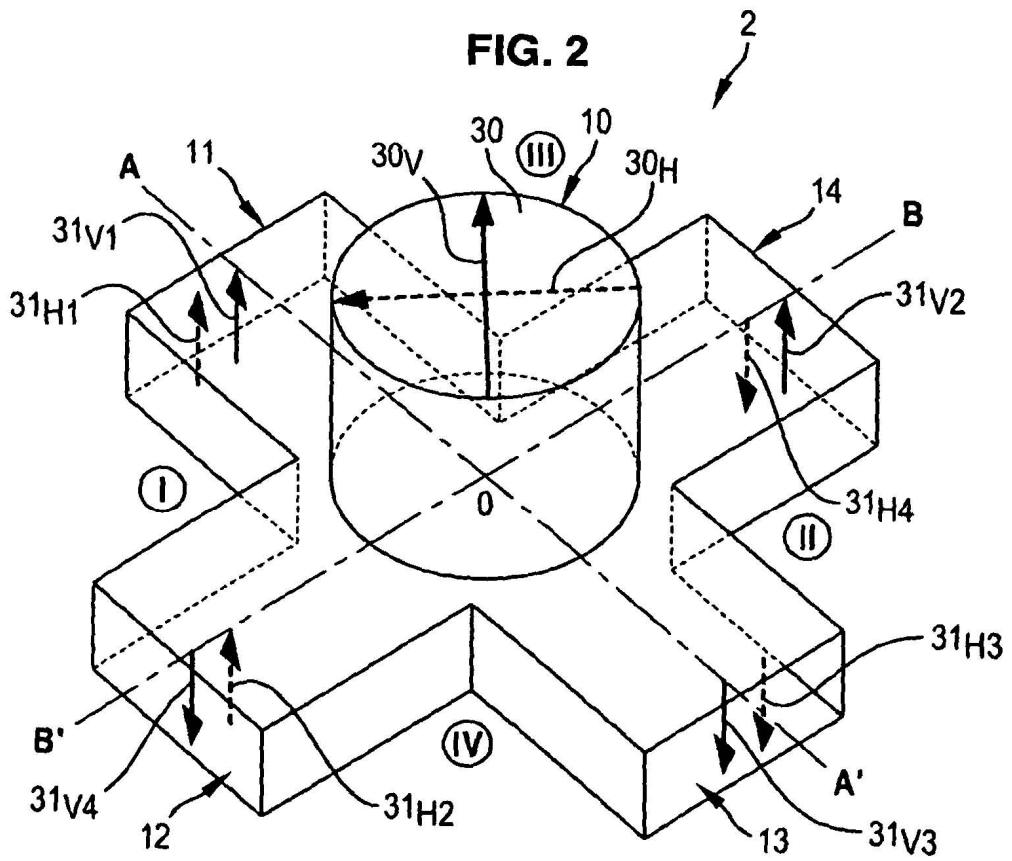
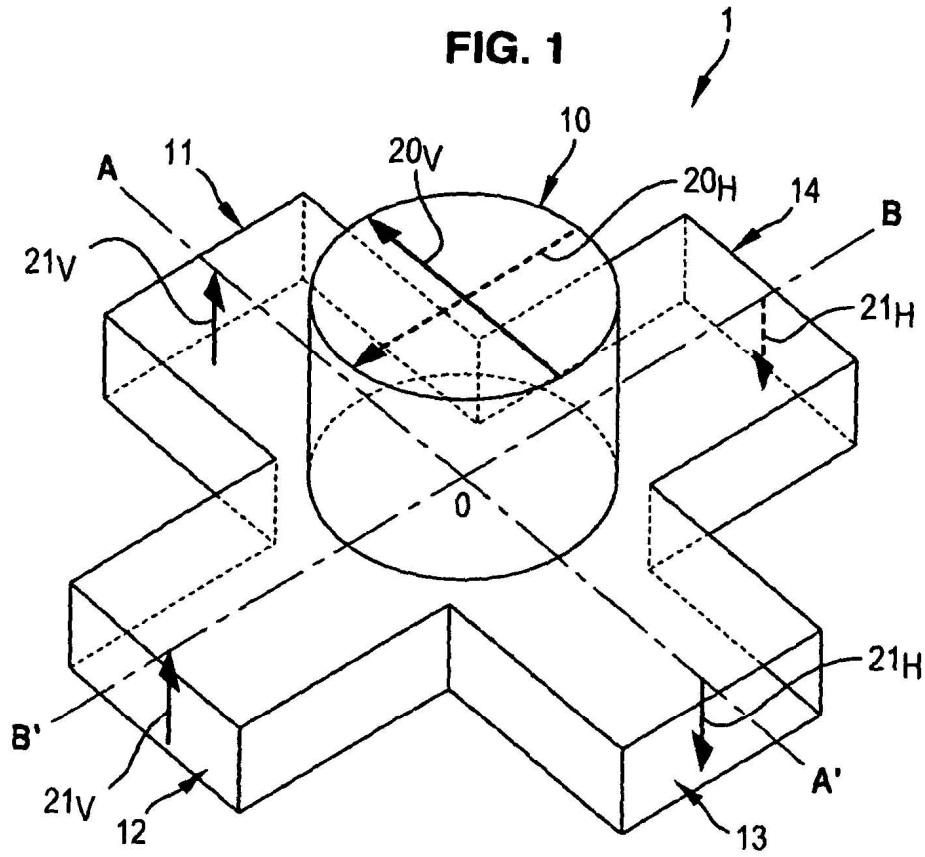
5. Transductor ortomodo de guía de ondas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la red de combinación comprende un acoplador de 3 dB para transformar las dos polarizaciones lineales ortogonales en dos polarizaciones circulares ortogonales.

6. Transductor ortomodo de guía de ondas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la unión está concebida para transmitir/recibir bandas de alta frecuencia a través de un puerto opuesto al puerto principal (30) de la guía de ondas principal, acoplando mientras una banda de frecuencia inferior hacia la red de combinación de dicho transductor ortomodo de guía de ondas.

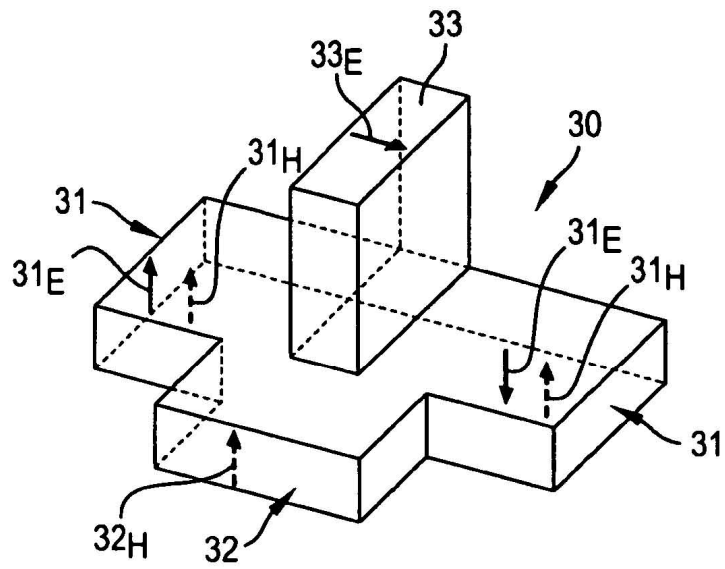
7. Procedimiento para separar dos campos electromagnéticos polarizados linealmente ortogonales (30<sub>V</sub> y 30<sub>H</sub>) mediante el transductor ortomodo de guía de ondas según las reivindicaciones 1 a 7, comprendiendo el

procedimiento las etapas siguientes:

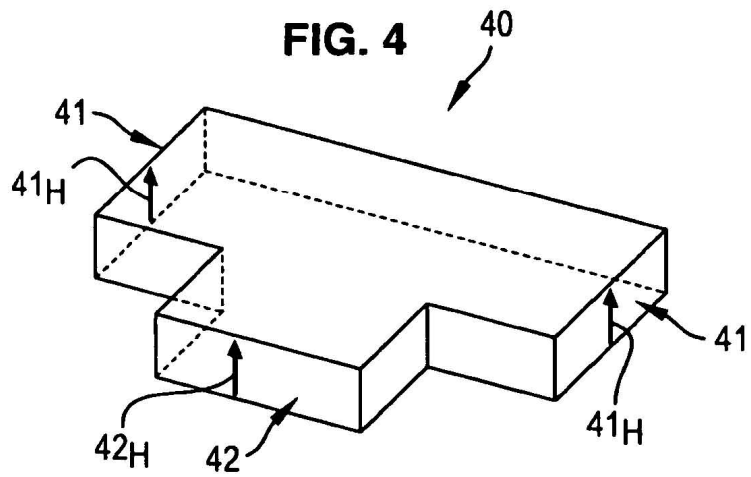
- 5 - entrar en la guía de ondas principal con una orientación de  $45^\circ$  con respecto al eje principal (AA', BB') de la unión (1);
  - dirigir las dos señales polarizadas ortogonalmente que entran en los puertos comunes de las T mágicas hacia distintas salidas de las T mágicas;
  - 10 - salir de la red de combinación a través de las uniones en T respectivas, el combinador de potencia del plano H para la polarización vertical y el combinador de potencia del plano E para la polarización horizontal.
8. Procedimiento para combinar dos señales como polarizaciones lineales ortogonales en una misma guía de ondas principal (10) mediante el transductor ortomodo de guía de ondas según las reivindicaciones 1 a 6, comprendiendo dicho procedimiento las etapas siguientes:
- 15 - entrada de las señales de radiofrecuencia en dichas uniones en T (40, 50);
  - la salida de la señal con dos polarizaciones lineales ortogonales por la guía de ondas principal, una por señal que entra en cada unión en T, con una orientación de  $45^\circ$  con respecto al eje principal (AA', BB') de la unión (1).
- 20 9. Dispositivo de antena que comprende un transductor ortomodo de guía de ondas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
- 25 10. Dispositivo de antena multibanda que comprende por lo menos una unión ortomodo de guía de ondas según la reivindicación 6.



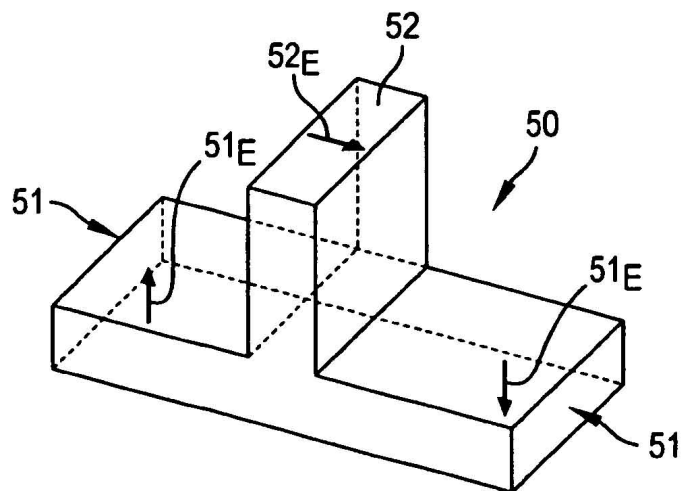
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

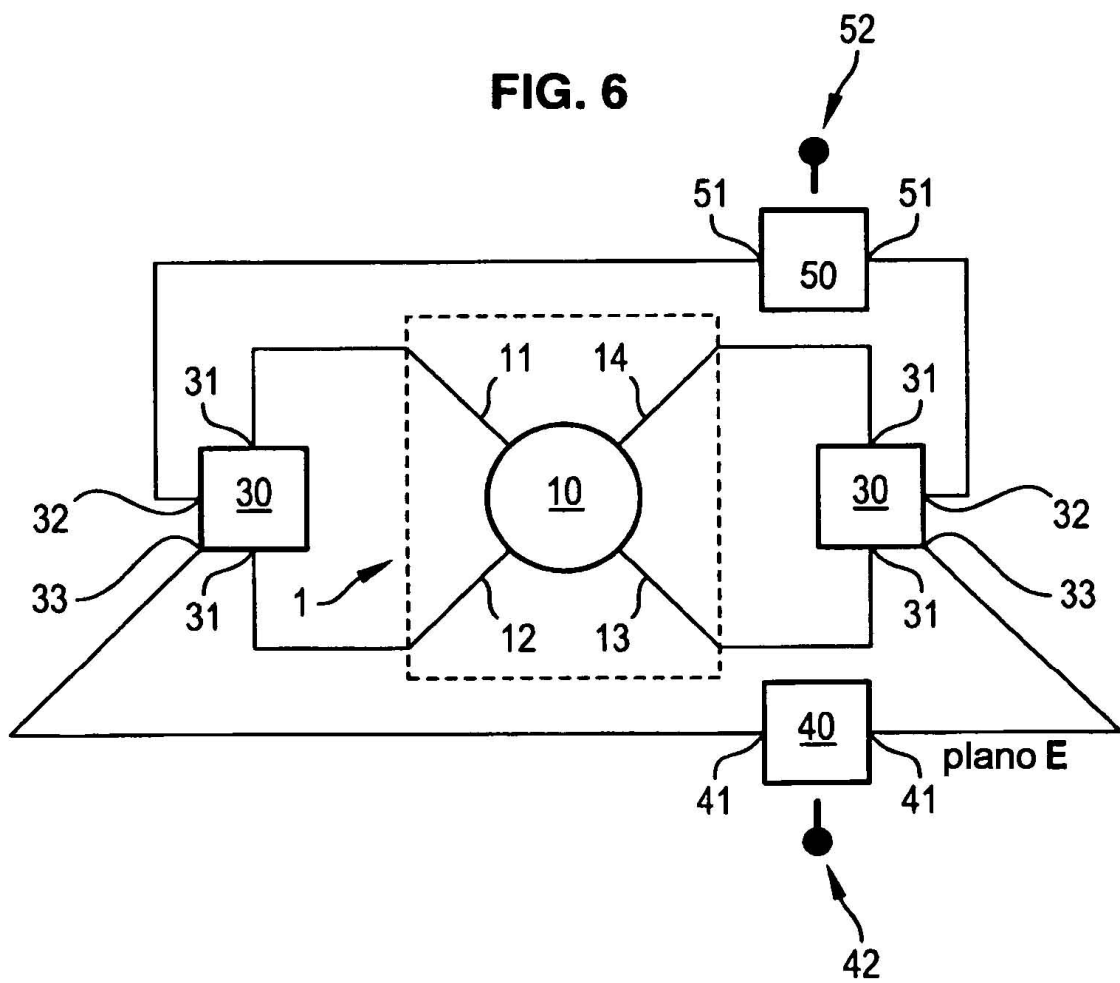


FIG. 7a

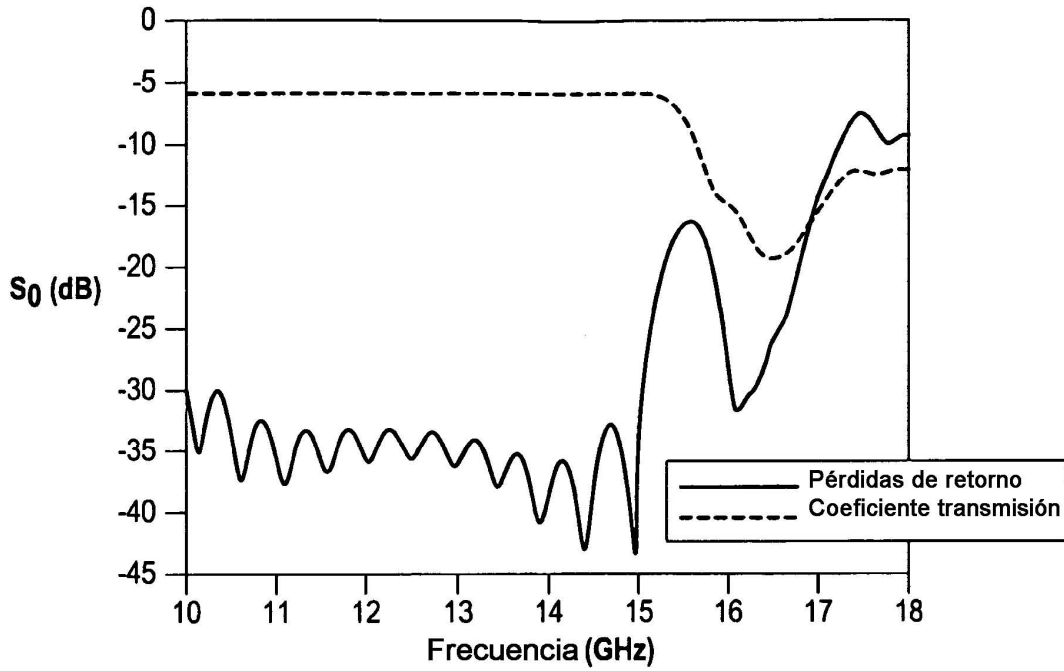
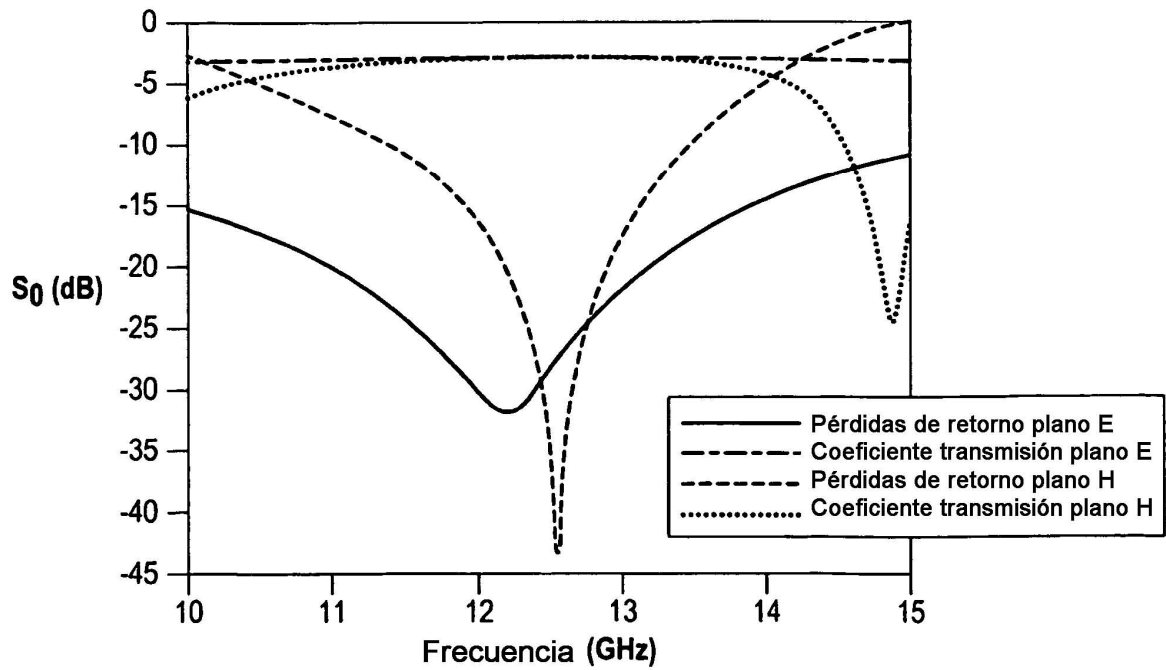
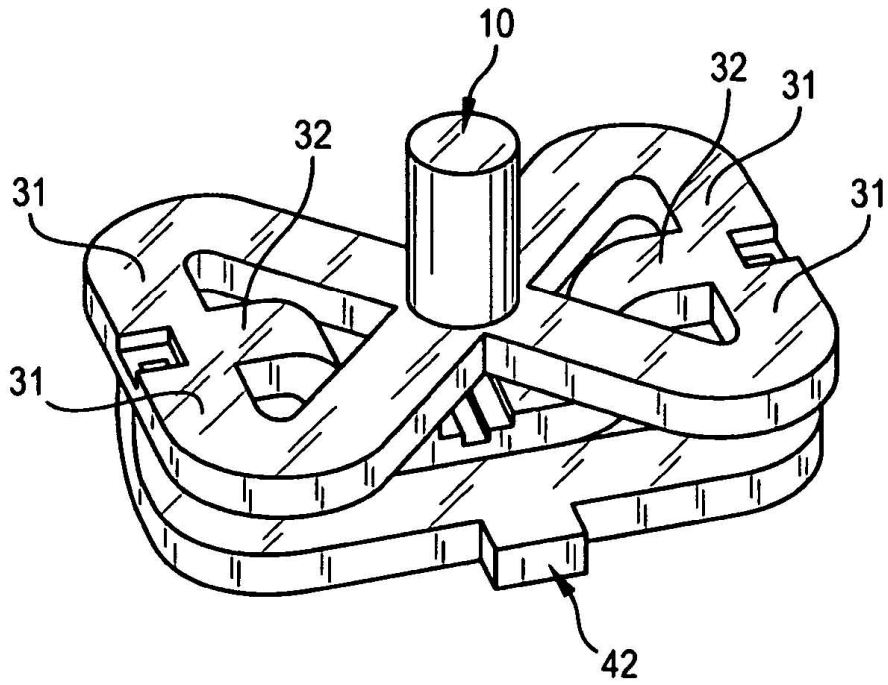


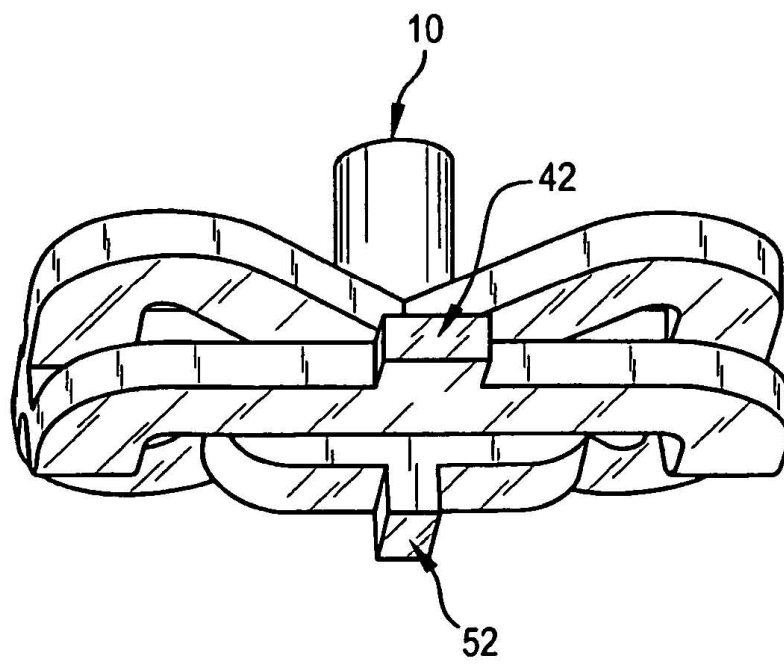
FIG. 7b



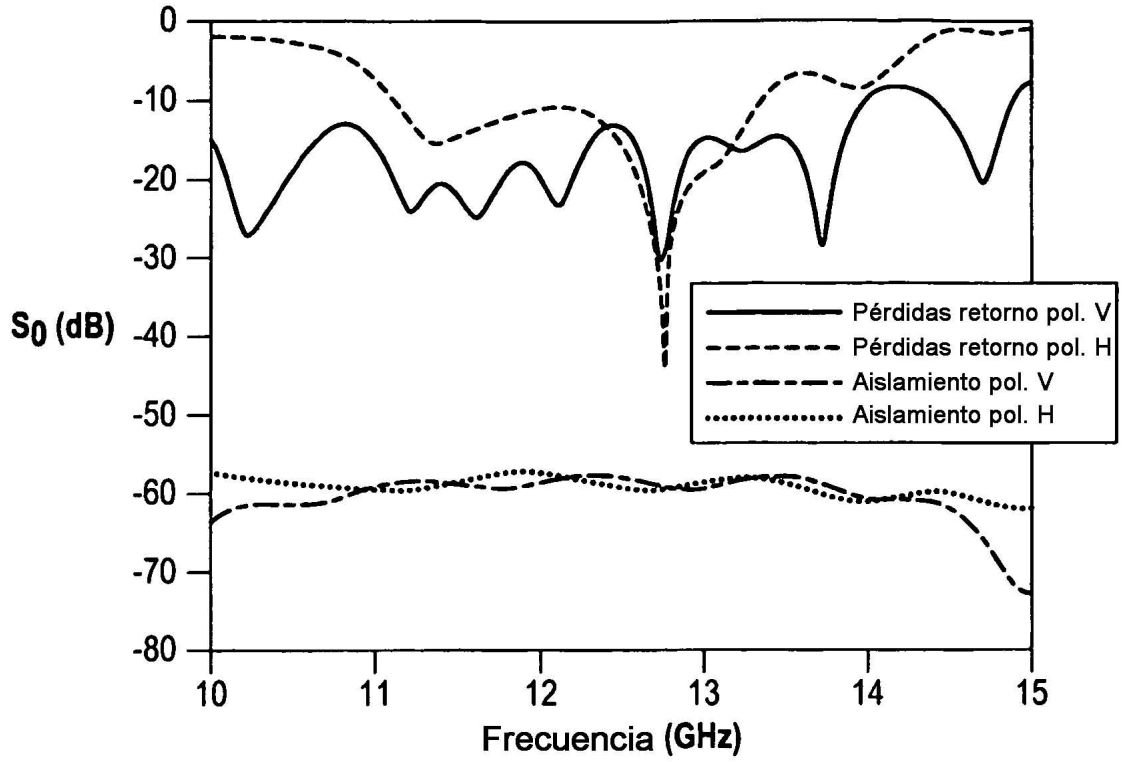
**FIG. 8a**



**FIG. 8b**



**FIG. 9a**



**FIG. 9b**

