

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 785**

51 Int. Cl.:

**H01P 1/161** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12194728 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.01.2015 EP 2600465**

54 Título: **Transductor ortomodal**

30 Prioridad:

**30.11.2011 IT MI20112186**

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

**28.04.2015**

73 Titular/es:

**SIAE MICROELETTRONICA S.P.A. (100.0%)**

**Via Buonarroti 21**

**20093 Cologno Monzese (MI), IT**

72 Inventor/es:

**PAGANUZZI, GIANLUIGI MARIA**

74 Agente/Representante:

**ILLESCAS TABOADA, Manuel**

**ES 2 534 785 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 ortomodal

5 La presente invención se refiere a un transductor ortomodal con puertos de entrada/salida y señales de entrada/salida de modo único que son paralelas.

10 Se conoce en el sector técnico de las telecomunicaciones, en particular, en el de los radio enlaces, que existe la necesidad de transmitir una cantidad cada vez mayor de información/datos. Las restricciones impuestas por las características físicas del medio de transmisión (aire) y los costes del aparato, que deben mantenerse bajos, han dado lugar al desarrollo de diversas técnicas para optimizar la transmisión que son capaces de duplicar la cantidad de información transmitida a través de un radio enlace en el mismo canal; una de estas técnicas consiste en transmitir de forma simultánea en el mismo canal dos señales de polaridades mutuamente ortogonales.

15 Esta técnica se implementa por medio de dispositivos con tres puertos comúnmente conocidos como transductores de polarización de guía de ondas o transductores ortomodales que son capaces de combinar en un solo canal dos señales SV, SH de microondas de modo único con polaridades (vertical/horizontal) mutuamente ortogonales para la transmisión simultánea de las mismas y, viceversa, separar durante la recepción las dos señales del mismo canal debido a la ortogonalidad de su polarización (V, H).

20 En estos dispositivos, los dos puertos de entrada/salida para las señales separadas únicas están conectados a dos guías de ondas de modo único, y el tercer puerto común está conectado a una tercera guía de ondas de modo dual en el que se transmiten/reciben de forma simultánea las señales combinadas.

25 Durante la transmisión, las dos señales polarizadas de modo único se introducen en el transductor a través del respectivo puerto de modo único conectado a una respectiva guía de ondas de modo único y ambas salen del puerto común después de que se combinen con polaridades mutuamente ortogonales mientras que pasan a través del transductor. Por otro lado, durante la recepción es posible separar las dos señales de modo único originales, que se reciben en el puerto común, de la señal combinada que mientras pasa a través del transductor en la dirección opuesta, se separa en las dos señales de modo único, transportándose cada una de estas señales hacia uno de los dos puertos conectados a las dos guías de modo único.

35 La figura 1 muestra un ejemplo de un transductor de polarización de acuerdo con la técnica anterior en el que los puertos P2, P3 están conectados, por medio de las respectivas placas F2, F3, a dos guías de ondas de modo único con una sección rectangular que a su vez se conectan a un cuerpo Q central que emerge en un puerto PC común desde el que las dos señales SV y SH salen a la vez con la polarización mutuamente ortogonal.

40 De acuerdo con esta técnica anterior, el transductor está diseñado con los dos puertos P2, P3 de modo único dispuestos en planos que son mutuamente ortogonales.

45 Con el fin de mejorar la compacidad de los transductores conocidos en el documento US 2007/0210882A1 se ha propuesto también una solución (figura 2) en la que los dos puertos P2, P3 de modo único están dispuestos en planos paralelos entre sí y ortogonales con respecto al plano del puerto PC común. Aunque realizando su función, este transductor, sin embargo, necesita que las dos señales (SV, SH) de modo único entren en el transductor con las polarizaciones ya espacialmente ortogonales una respecto a la otra y, por lo tanto, los dos puertos P2, P3 y las dos guías de ondas de modo único respectivas deben tener sus secciones rectangulares respectivas orientadas de forma ortogonal una con respecto a la otra (figura 2); este requisito, concretamente el que las dos señales de modo único deberían tener ya una polarización mutuamente ortogonal en la entrada del transductor, hace que sea más difícil integrar los transductores conocidos dentro del aparato de guía de ondas diseñado para conectarse también a otros dispositivos que necesitan en su entrada señales de modo único paralelas en lugar de una polarización ortogonal. También se conoce a partir del documento EP 0.661.771 un filtro proporcionado dentro de un transductor ortomodal que tiene puertos de entrada de las dos señales de modo único dispuestos en planos paralelos entre sí y también al plano de un puerto ortogonal a la dirección de propagación de las señales de modo dual.

55 Como en los casos anteriores, también en el caso de este filtro, la configuración específica de los puertos de entrada de las señales de modo único no permite una fácil incorporación en lugar de estos de dispositivos tales como los acopladores y circuladores direccionales que tienen sus puertos ramificados orientados, en general, de la misma manera, es decir, con secciones rectangulares de las guías de modo único que tienen lados correspondientes que son paralelos y no ortogonales, en consecuencia, con el fin de ser capaces de usar los transductores de acuerdo con la técnica anterior, en combinación con o en lugar de uno de dichos dispositivos, es necesario introducir guías de ondas de modo único entre el transductor y el dispositivo/aparato, que sean capaces, entre otras cosas, de impartir una rotación de 90° a una de las dos señales; aunque realizando su función, sin embargo estas soluciones dan lugar a un aumento en las dificultades de construcción, en las dimensiones generales y, por lo tanto, en el coste de producción del aparato.

65 Por lo tanto, el problema técnico que se plantea es proporcionar un transductor ortogonal para señales de microondas que, durante la transmisión, sea capaz de combinar las señales de modo único ortogonalmente cuando

la polarización de las dos señales de entrada tiene la misma orientación espacial y, viceversa, separar a partir de una señal de modo dual combinada con polarización ortogonal dos señales de salida de modo único orientadas con una polarización mutuamente paralela, dicho transductor debe ser capaz de reducir las dimensiones generales, en particular, en la dirección transversal con respecto a la dirección de propagación de las señales de modo dual a través del puerto de salida/entrada de modo dual asociado del aparato, siendo también capaz de garantizar que la conexión con los dispositivos de transmisión/recepción mencionados sea tan simple y directa como sea posible.

En relación con este problema también se necesita que el transductor deba ser barato de producir, simple de montar y fácil de instalar en las antenas de radio enlaces usando medios convencionales normales. Estos resultados se consiguen de acuerdo con la presente invención mediante un transductor ortomodal que tenga las funciones características de la reivindicación 1.

Pueden obtenerse detalles adicionales a partir de la siguiente descripción de un ejemplo no limitativo de la realización del objeto de la presente invención proporcionado con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- Las figuras 1, 2: muestran vistas en perspectiva de transductores de acuerdo con la técnica anterior;
- La figura 3: muestra una vista en perspectiva de un transductor ortomodal de acuerdo con la presente invención;
- La figura 4: muestra una vista esquemática en perspectiva de las guías de ondas en el interior del transductor de acuerdo con la presente invención;
- La figura 5: muestra un primer diagrama funcional, parcial, de las trayectorias de las guías de ondas de acuerdo con la figura 4 y
- La figura 6: muestra un segundo diagrama funcional, parcial, de las trayectorias de las guías de ondas de acuerdo con la figura 4.

Como se muestra en la figura 3, y suponiendo únicamente en aras de la conveniencia de la descripción y sin ninguna limitación del significado de un par de ejes de referencia con, respectivamente, una dirección X-X transversal de movimiento de las señales SV, SH de entrada/salida de modo único, indicada en las figuras por medio de una línea de trazos y una línea discontinua, respectivamente, y una dirección Y-Y longitudinal, ortogonal a la dirección anterior, para la propagación de las señales de salida/entrada de modo dual con polarización SV, SH1 ortogonal, un transductor ortomodal de acuerdo con la presente invención comprende:

- un primer puerto 10 para la entrada/salida en una dirección del movimiento X-X transversal de una primera señal SV de modo único con polarización asignada; de acuerdo con una realización preferida, dicho primer puerto 10 tiene una sección rectangular con una base 10a mayor que se extiende paralela a la dirección Y-Y longitudinal y que está conectada (figura 4) a una primera guía 11 de ondas de entrada/salida de modo único que se extiende en el interior del transductor en el dirección X-X transversal;
- un segundo puerto 20 para la entrada/salida en la dirección X-X transversal de una segunda señal SH de modo único con polarización asignada; de acuerdo con una realización preferida dicho segundo puerto 20 tiene una sección rectangular con una base 20a mayor que se extiende paralela a la dirección Y-Y longitudinal y está conectado (figura 4) a una segunda guía 21 de ondas de entrada/salida de modo único que se extiende en el interior del transductor en el dirección X-X transversal, preferentemente coaxial con la primera guía 11 de ondas de entrada/salida;
- un puerto 30 de salida/entrada de modo dual, localizándose la sección transversal del mismo en un plano ortogonal a la dirección Y-Y longitudinal de propagación de la onda  $S_v$ ,  $S_{H1}$  de salida/entrada de modo dual.

De acuerdo con la invención está previsto que los dos puertos 10 y 20 de entrada/salida de modo único se localicen en planos paralelos entre sí y al mismo tiempo sus secciones en planos ortogonales a la dirección X-X de movimiento de las señales, que en el ejemplo son rectangulares, tienen unas bases 10a, 20a mayores respectivas paralelas entre sí y, en consecuencia, las direcciones de polarización de las dos señales SV, SH de entrada/salida son también paralelas entre sí; además de esto, dichas secciones transversales de los puertos 10 y 20 de entrada/salida de modo único se localizan en planos ortogonales al plano en el que se localiza la sección transversal del puerto 30 de salida/entrada de modo dual del transductor. De acuerdo con una realización preferida, como se muestra, los dos puertos 10, 20 de señal de modo único están localizados opuestos entre sí en relación con la dirección Y-Y longitudinal de propagación de la onda de modo dual de salida/entrada desde/al propio puerto 30; aunque no se muestra, se prevé, sin embargo, que estos puertos 10, 20 puedan disponerse en el mismo lado en relación con la dirección Y-Y longitudinal. Aunque se ha descrito con las bases 10a, 20a mayores paralelas entre sí y para el eje Y-Y longitudinal se prevé que las bases 10a, 20a en sí mismas puedan girarse a través de 90° con el fin de disponerse en paralelo entre sí y a una tercera dirección Z-Z vertical ortogonal a la dirección Y-Y longitudinal y a la dirección X-X transversal.

El puerto 30 de salida/entrada de señal de modo dual se conecta preferentemente a una guía 31 de ondas de salida/entrada de modo dual que es, en general, rectangular y tiene unas dimensiones tales como para permitir en su interior la propagación simultánea de dos señales SV y SH1, respectivamente, con polarización ortogonal que se indica en las figuras por medio de una línea de puntos y trazos mezclados.

En la realización del ejemplo mostrado, la guía 31 de ondas de señal de modo dual tiene una sección cuadrada.

También se prevé que, si es necesario por la sección diferente de los dispositivos aguas arriba/aguas abajo a los que se acopla el transductor, pueda asociarse la propia guía 31 de ondas con una guía 32 de ondas de adaptación cuadradas/circulares acopladas a un puerto 32a de salida asociado con una sección circular. Por otra parte, con el transductor de acuerdo con la invención es posible un funcionamiento recíproco, es decir, es capaz de combinar dos señales SV, SH de modo único suministradas desde los puertos 10, 20 de modo único y enviarlas de forma simultánea al puerto 30 común con polarización ortogonal y, viceversa, para recibir de forma simultánea en la entrada del puerto 30 común una señal de modo dual formada por dos señales SV, SH1 de modo único con polarización mutuamente ortogonal y separarlas, enviando dos señales SV, SH de modo único correspondientes con polarización paralela a los respectivos puertos 10, 20 de modo único. Convenientemente, el transductor de acuerdo con la invención tiene al menos una placa 12, 22 (un par de placas en el ejemplo mostrado) que están asociadas respectivamente con los puertos 10, 20 con el fin de permitir el acoplamiento mecánico del transductor a los dispositivos aguas arriba/aguas abajo de/a la que se reciben/envían las señales SV, SH de modo único.

Como se muestra, las dos placas 12, 22 son paralelas entre sí y cada una de ellas tiene una abertura 12a, 22a respectiva con una sección transversal correspondiente a la del puerto 10, 20 asociado de manera que, una vez que se ha realizado el montaje, las aberturas son coaxiales con el fin de permitir el libre paso de las señales.

En una realización preferida mostrada en las figuras adjuntas se prevé que los puertos 10, 20 de entrada/salida de señal de modo único, así como las respectivas placas 12, 22 asociadas con los mismos, estén dispuestos simétricamente con respecto al plano paralelo a los mismos y que contengan: la dirección Y-Y longitudinal de propagación de la señal de entrada/salida de modo dual y la dirección Z-Z vertical ortogonal a la dirección Y-Y longitudinal y a la dirección X-X transversal.

De acuerdo con la invención, las partes de guía de ondas están dispuestas entre los puertos 10, 20 de entrada/salida de modo único y el puerto 30 de salida/entrada de modo dual común, siendo capaces dichas partes de guía de ondas de interactuar con las señales pasantes con el fin de producir el efecto de combinación/separación deseado.

En detalle y como se muestra en las figuras 4, 5 y 6, se citan a continuación:

- una primera parte 40 de modo único con una sección rectangular que consiste a su vez de varias partes 40a, 40b de guía de ondas con una sección rectangular y diferente impedancia y longitud, que se conecta en un extremo a la primera guía 11 de ondas para introducir la primera señal SV y que es capaz de permitir que la señal pase a su través sin modificar su polarización;
- una segunda parte 50 de modo único con una sección rectangular que consiste a su vez de varias partes 50a, 50b, 50c de guía de ondas con una sección rectangular y diferente impedancia, longitud y orientación, que se conecta en un extremo a la segunda guía 21 de ondas para introducir la segunda señal SH y que es capaz de permitir que la señal pase a su través sin modificar su polarización en la dirección de SH1 con el fin de hacerla ortogonal a la polarización de la primera señal SV;
- una parte 60 de combinación que se conecta a los otros extremos 40 y 50 de las guías de ondas de entrada/salida de las dos señales SV, SH1 que ya son ortogonales entre sí y dentro de la cual se produce la combinación/separación de las mismas; el transductor 60 se conecta además preferentemente a la guía 31 de ondas de modo dual, con una sección rectangular (cuadrada en el ejemplo mostrado) para la entrada/salida de la señal SV, SH1 de modo dual.

Como se muestra en las vistas en sección transversal de las figuras 5 y 6, las dimensiones de las partes de guía de ondas son tales como para asegurar la propagación de las dos señales ortogonales y al mismo tiempo evitar la propagación de modos más altos lo que daría lugar a que la guía se convirtiera en multimodal con dispersión y generación de interferencias.

Estas secciones transversales muestran cómo la parte 40 de guía de ondas tiene una geometría más simple ya que debe mantener la polarización de la señal SV sin cambios, mientras que la parte 50 de guía de ondas tiene una forma más compleja, ya que es necesario modificar la orientación de la polaridad de la segunda señal SH, que inicialmente es paralela a la primera señal SV, con el fin de provocar que se introduzca en la parte 60 para una combinación relativa con una orientación ortogonal a la propia señal SV.

La parte 31 de guía de ondas de modo dual, en la realización cuadrada, debido a su característica de separación de modo ortogonal altamente intrínseca, se puede alargar tanto como sea necesario sin limitar el rendimiento eléctrico y/o el ancho de banda útil del dispositivo, con el fin de permitir un ajuste de la longitud del transductor en función de los requisitos del sistema, por ejemplo, con el fin de adaptarlo a las dimensiones del otro dispositivo con el que se necesite una compatibilidad mecánica.

Debido a la forma en la que se fabrican las partes 40 y 50 de guía de ondas, el dispositivo puede mantenerse muy compacto, aunque esto implica una cierta reducción en el ancho de banda de funcionamiento útil, cuya reducción en el ancho de banda, sin embargo, no evita que se obtengan dispositivos particularmente eficientes con prácticamente una pérdida cero; por ejemplo, en el caso de radio enlaces con una frecuencia mayor que 7 GHz es posible tener un

ancho de banda útil relativo que sea un 10% mayor; esto significa que puede cubrirse la totalidad del espectro de frecuencias estipulado por las normas internacionales de la ITU para cada banda de radio enlace punto a punto, con una distancia entre los planos paralelos, en la que se localizan los puertos 10 y 20, no mayor de  $1,25\lambda$  ( $\lambda$  = longitud de onda a la frecuencia central en el espacio libre).

5 Por lo tanto, está claro que con un dispositivo transductor de microondas ortogonal de acuerdo con la invención, capaz de realizar la combinación/separación ortogonal de las señales de modo único, es posible recibir/emitter en las señales SV, SH de modo único de entrada/salida con polarización paralela, haciendo esta función característica compatible mecánicamente al transductor con otros dispositivos de guía de ondas, tales como los acopladores y los  
10 circuladores direccionales, en los que los puertos ramificados se orientan, en general, con la misma polaridad, siendo al mismo tiempo extremadamente compactos.

15 Por lo tanto, con la arquitectura propuesta es posible proporcionar dispositivos transductores pin a pin que sean compatibles con otros dispositivos de microondas, es decir, los que tienen las mismas dimensiones externas e interfaces mecánicas, que coinciden sin la necesidad de partes de adaptación mecánicas adicionales. Como resultado se simplifica la implementación, se hace más fácil la gestión de los almacenes de piezas de repuesto y, por lo tanto, los costes pueden mantenerse bajos.

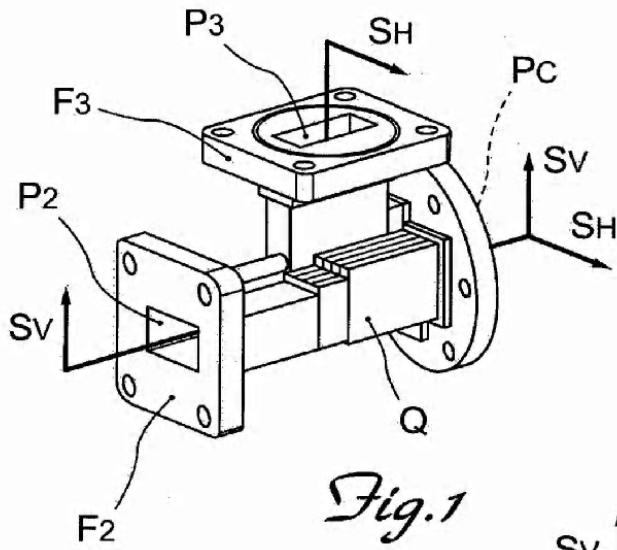
20 Por lo tanto, es posible incorporarlo en el mismo aparato, o bien en uno de estos dispositivos (transductor, circuladores, acoplador direccional), en función de los requisitos específicos.

25 Un ejemplo de una aplicación en el que esta función característica de la invención puede ser especialmente ventajosa es la de los radio enlaces con una configuración 1 + 1, en los que dos transceptores están conectados a la antena por medio de un dispositivo que, en función de la configuración del sistema deseada, puede ser un acoplador direccional, un circulador o un transductor ortogonal.

30 Aunque se ha descrito en conexión con ciertas formas de construcción y ciertos ejemplos preferidos de realización de la invención, se entiende que el alcance de la protección de la presente patente se define únicamente por las siguientes reivindicaciones.

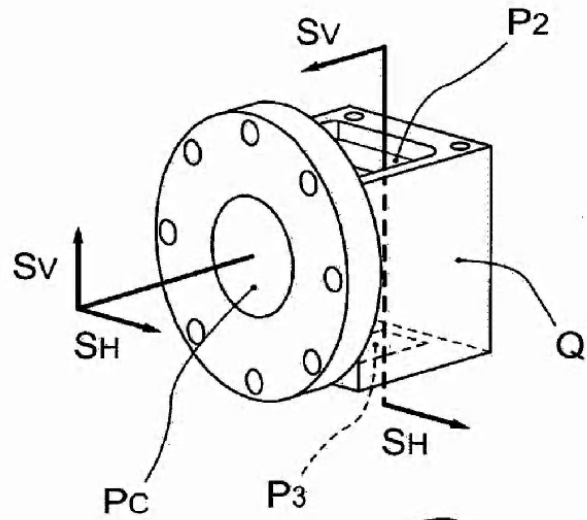
## REIVINDICACIONES

- 5 1. Transductor ortomodal que comprende un primer puerto (10) y un segundo puerto (20) para la entrada/salida de señales (SV, SH) de modo único y un puerto (30) para la salida/entrada de señales (SV, SH1) de modo dual con polarización ortogonal relativa, localizándose dichos primer puerto (10) de modo único y segundo puerto (20) de modo único en planos paralelos entre sí, **caracterizado porque** dichos puertos (10, 20) de modo único tienen su respectiva sección transversal, ortogonal a la dirección de movimiento (X-X) de las señales (SV, SH) de entrada/salida, paralela la una con respecto a la otra y perpendicular al plano en el que está localizado el puerto (30) ortogonal a la dirección de propagación (Y-Y) de las señales (SV, SH1) de salida/entrada de modo dual.
- 10 2. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** dichos puertos (10, 20) primero y segundo para la entrada/salida de señales (SV, SH) de modo único están localizados opuestos entre sí en relación con la dirección (Y-Y) longitudinal de propagación a través del puerto (30) para la salida/entrada de las señales (SV, SH1) de modo dual.
- 15 3. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichos puertos (10, 20) primero y segundo para la entrada/salida de señales (SV, SH) de modo único están dispuestos simétricamente en relación con el plano paralelo al mismo y que contiene la dirección (Y-Y) longitudinal de propagación de las señales (SV, SH1) de modo dual a través del puerto (30) de salida/entrada.
- 20 4. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** las bases (10a, 20a) mayores de los puertos de entrada/salida de modo único primero (10) y segundo (20) respectivos son paralelas a la dirección longitudinal de movimiento (Y-Y) de las señales (SV, SH1) de salida/entrada de modo dual.
- 25 5. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** las bases (10a, 20a) mayores de los puertos de entrada/salida de modo único primero (10) y segundo (20) respectivos son ortogonales a una dirección ortogonal a la dirección longitudinal de movimiento (Y-Y) de las señales (SV, SH1) de salida/entrada de modo dual.
- 30 6. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** las señales (SV, SH) de entrada/salida de modo único son paralelas entre sí.
- 35 7. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un transductor formado por una parte (60) de guía de ondas para combinar/separar las dos señales (SV, SH; SV, SH1) de modo único ya ortogonales entre sí.
- 40 8. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende una primera parte (40) de guía de ondas de modo único con una sección rectangular, que consiste a su vez en varias partes (40a, 40b) de guía de ondas coaxiales con una sección rectangular y diferente impedancia y longitud, uno de cuyos extremos está conectado a la primera guía (11) de ondas para la entrada de la primera señal (SV) y el otro de cuyos extremos está conectado al transductor (60).
- 45 9. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende una segunda parte (50) de guía de ondas de modo único con una sección rectangular que consiste a su vez en varias partes (50a, 50b, 50c) de guía de ondas con una sección rectangular y diferente impedancia, longitud y orientación, uno de cuyos extremos está conectado a la segunda guía (21) de ondas para la entrada de la segunda señal (SH) de modo único y el otro de cuyos extremos está conectado al transductor (60).
- 50 10. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende una parte (31) de guía de ondas de modo dual con una sección cuadrada para la entrada/salida de las señales (SV, SH1) de modo dual, conectada al transductor (60).
- 55 11. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un adaptador (32) de guía de ondas cuadrado/circular acoplado a un adaptador (32) asociado con una sección rectangular/circular con un puerto (32a) de salida circular y conectado al puerto (30) para la salida/entrada de las señales de modo dual.
12. Transductor ortomodal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** cubre la totalidad del espectro de frecuencias estipulado por las normas ITU internacionales para cada banda de radio enlaces punto a punto.

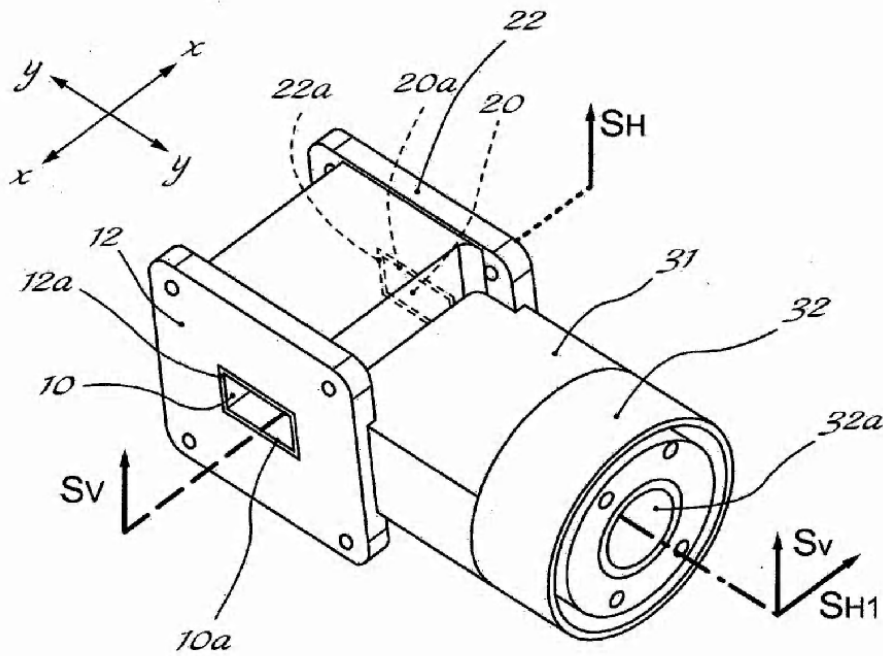


*Fig. 1*

**TÉCNICA ANTERIOR**



*Fig. 2*



*Fig. 3*

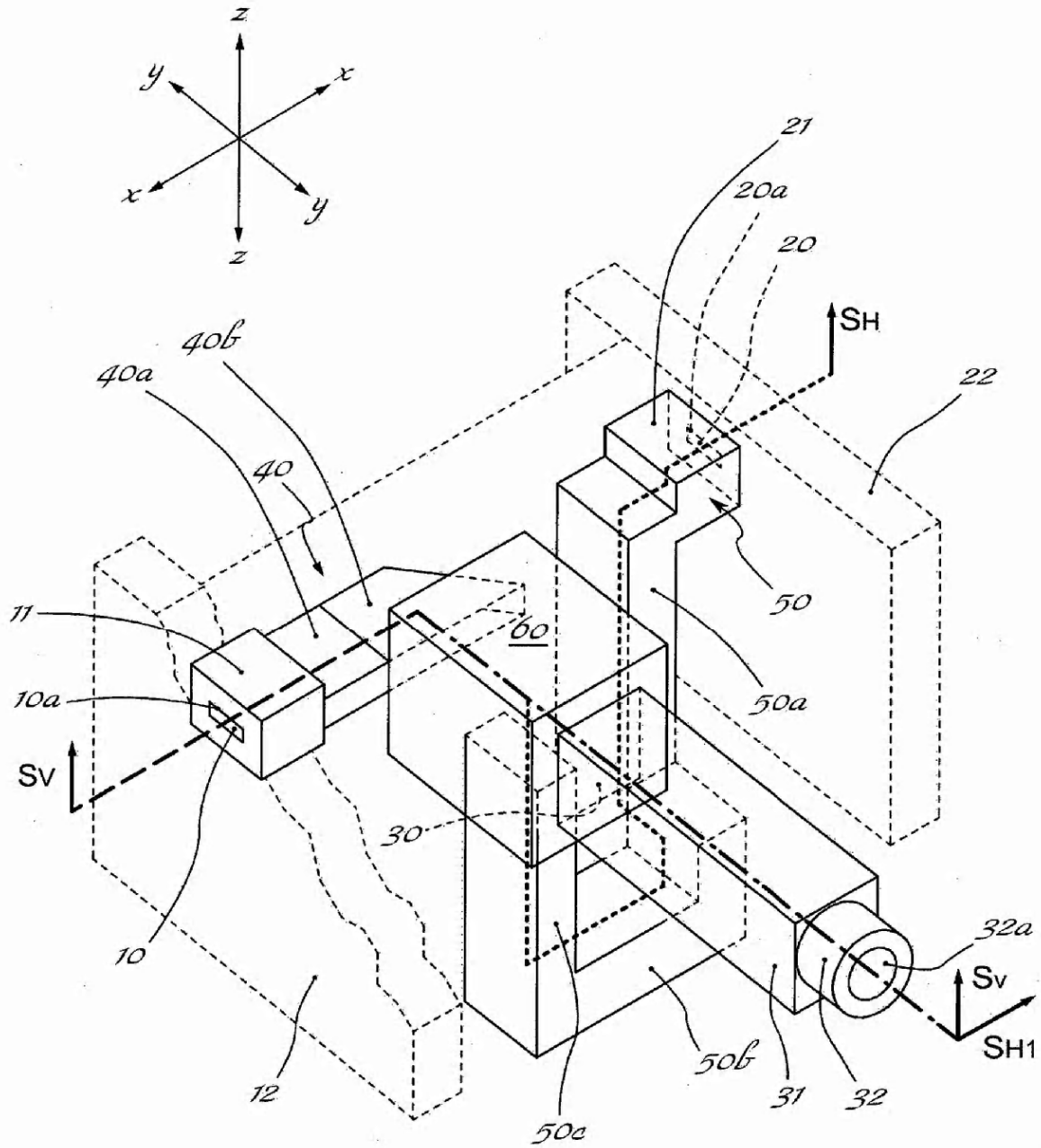
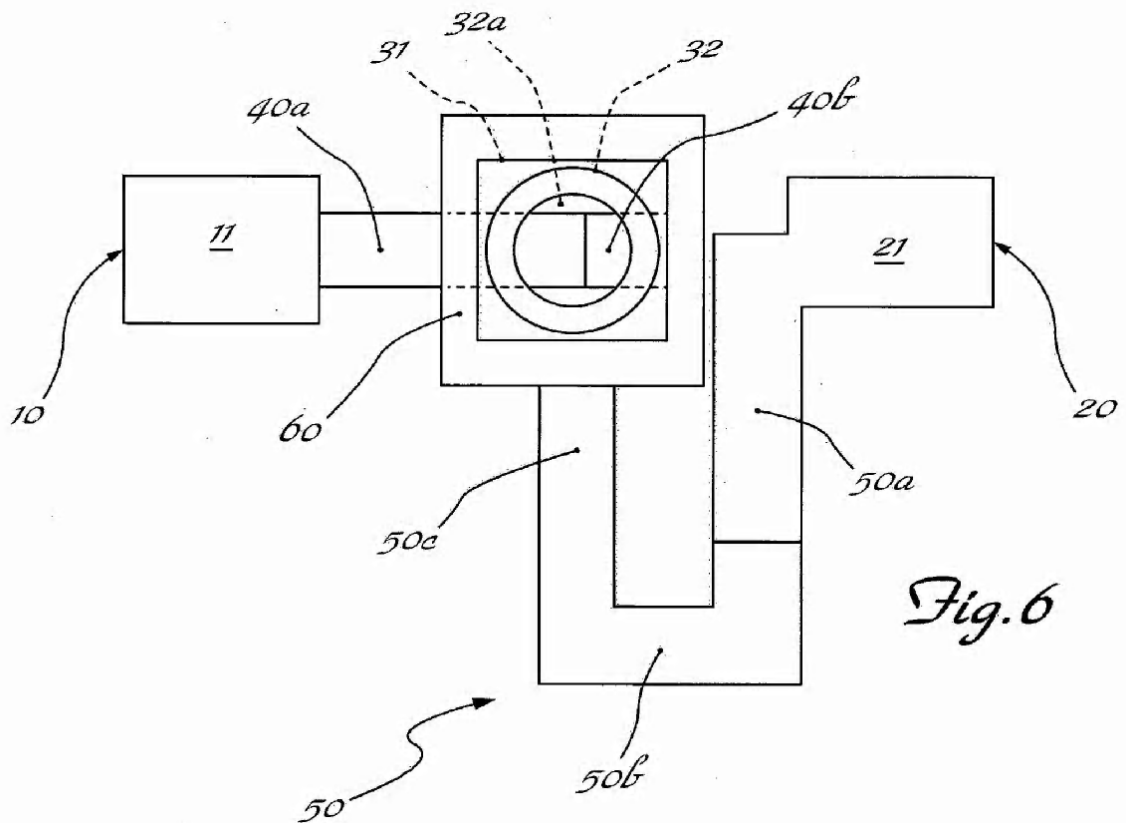
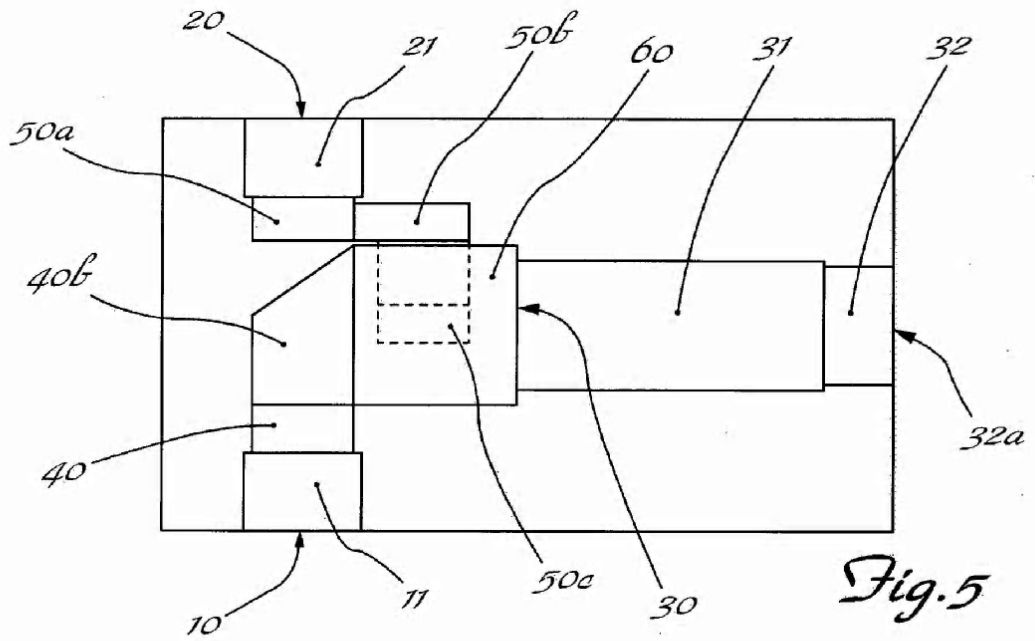


Fig. 4





**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 La lista de referencias citadas por el solicitante es, únicamente, para conveniencia del lector. No forma parte del documento de patente europea. Si bien se ha tenido gran cuidado al compilar las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP declina toda responsabilidad a este respecto.

**Documentos de patente citados en la descripción**

- US 20070210882 A1 [0008]
- EP 0661771 A [0008]