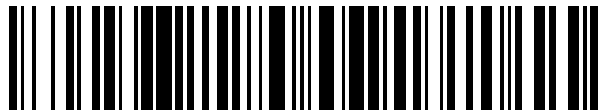


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 785 801**

21 Número de solicitud: 202030640

51 Int. Cl.:

**H01P 1/208** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**25.06.2020**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**07.10.2020**

Fecha de concesión:

**02.02.2021**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**09.02.2021**

73 Titular/es:

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
(50.0%)**

**Servicio de Promoción y Apoyo a Investigación,  
Innovación y Transferencia - i2T, Camí de Vera,  
s/n - Edificio 8G - Acceso A - Planta 3  
46022 Valencia (Valencia) ES y  
TRONSER GMBH (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GUGLIELMI, Marco;  
BORIA ESBERT, Vicente Enrique y  
TRONSER, Tillmann**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

54 Título: **Sintonizador dieléctrico**

57 Resumen:

Sintonizador dieléctrico (6) que puede usarse para sintonizar y reconfigurar cualquier dispositivo (8) que use unos elementos de sintonización cilíndricos insertados en una cavidad para ajustar su rendimiento eléctrico, por ejemplo, unos filtros de microondas basados en cavidades de guías de ondas acopladas o cualquier dispositivo de RF o microondas que use elementos de sintonización ajustables manualmente. El sintonizador dieléctrico (6) comprende un cuerpo de base (3) con un orificio a lo largo de su centro, una varilla de zafiro maciza (1), colocada dentro del cuerpo de base (3), linealmente deslizable dentro del cuerpo de base (3) y destinada a penetrar una cavidad de un dispositivo (8), y un cabezal de acoplamiento (2) sujeto a la varilla de zafiro (1) en un extremo opuesto a la cavidad del dispositivo (8) y destinado a conectarse con un accionador lineal (7).

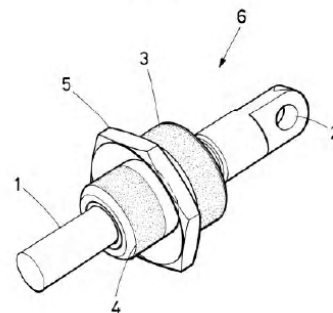


FIG.1

ES 2 785 801 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

**DESCRIPCIÓN**  
**SINTONIZADOR DIELECTRICO**

5 **OBJETO DE LA INVENCION**

10 El objeto de la invención es un sintonizador dieléctrico que puede usarse para sintonizar filtros de microondas basados en cavidades de guías de ondas acopladas, o cualquier otro dispositivo que use elementos de sintonización cilíndricos para ajustar su rendimiento eléctrico.

15 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

20 La tendencia de desarrollo actual de los sistemas de comunicación modernos para aplicaciones tanto terrestres como espaciales es hacia una mayor flexibilidad y adaptabilidad de todos los sistemas. Entre los diversos componentes que están actualmente en desarrollo para aplicaciones flexibles se encuentran los filtros de microondas sintonizables.

25 Un filtro de microondas sintonizable basado en cavidades se compone, en general, de cavidades sintonizables conectadas entre sí mediante dispositivos de acoplamiento que deben dimensionarse adecuadamente para obtener el rendimiento de filtro deseado.

30 El método clásico para sintonizar los filtros de microondas basados en cavidades es usar diversos tipos de accesorios de inserción (o sintonizadores) metálicos que, alterando la forma de los campos dentro de un resonador de cavidad, pueden cambiar eficazmente la frecuencia de resonancia de la cavidad.

40 También se usa un enfoque similar para ajustar (o sintonizar) el rendimiento de los dispositivos de acoplamiento usados para construir el filtro.

45 Un tipo de sintonizador metálico específicamente común es un tornillo metálico simple que se ajusta a la penetración adecuada y se sujeta al cuerpo metálico del filtro con una tuerca.

50 Es importante recordar que el rendimiento de un filtro de microondas basado en guías de ondas está directamente relacionado con la dimensión física del dispositivo. Si el dispositivo no se construye de acuerdo con las dimensiones exactas obtenidas durante el proceso de

diseño, no se obtiene el rendimiento de filtro deseado. En este contexto, por lo tanto, los tornillos metálicos se usan con mucha frecuencia en la industria para sintonizar un filtro de tal manera que pueda obtenerse el rendimiento de filtro deseado incluso si el dispositivo se ha  
5 fabricado con errores con respecto a las dimensiones del diseño original. En un contexto normal, y para los filtros destinados a funcionar a una frecuencia fija, los tornillos de sintonización se ajustan manualmente por un experto en la materia después de que se haya  
10 fabricado el filtro.

El mismo enfoque básico se usa en la industria para realizar ajustes posteriores a la  
15 fabricación para una gran variedad de componentes de RF (radio frecuencia) y microondas.

Los elementos de sintonización metálicos (o tornillos) podrían, en principio, usarse para  
20 construir filtros de microondas que puedan sintonizarse de manera dinámica (o remota). Esto puede lograrse simplemente acoplando un tornillo de sintonización a un mecanismo (un motor o accionador) que pueda hacer girar el tornillo a la posición deseada.

Puede encontrarse un ejemplo en el documento US4001737A, que describe un conjunto de  
25 sintonización de cavidad para usarse en una cavidad sintonizada, que tiene disposiciones para el ajuste de sintonización gruesa y el ajuste de sintonización fina para cambiar la frecuencia de resonancia de la cavidad. El ajuste de sintonización gruesa se obtiene  
30 deslizando una varilla de sintonización de cavidad sin rosca del conjunto de sintonización de cavidad hacia arriba y hacia abajo a través de un casquillo roscado para obtener una sintonización irregular, después de lo cual la varilla sin rosca se bloquea en su lugar por medio  
35 de una tuerca moleteada que comprime una parte de extremo partido de un bloqueo de árbol atornillado en el buje roscado en acoplamiento por fricción con el bloqueo de árbol y el buje roscado, haciendo que el buje roscado y la estructura acoplada se atornillen dentro o fuera de  
40 un reductor de tubería para obtener una sintonización fina.

Otro ejemplo puede encontrarse en el documento EP0035922, que describe un dispositivo de  
45 sintonización que comprende dos dedos coaxiales, un dedo fijo y un dedo móvil en el cuerpo de filtro. Uno de los dedos es hueco y el otro comprende un émbolo de sintonización cuyo extremo es cilíndrico y que puede desplazarse, por ejemplo, atornillándolo en el cuerpo del dedo. La menor capacitancia, obtenida cuando la penetración del émbolo es mínima, se  
50 obtiene cuando el extremo está alineado con el extremo del dedo correspondiente. La capacitancia variable adicional se obtiene introduciendo más el émbolo de sintonización en el dedo hueco.

Adicionalmente, el documento WO2020/011920A1 describe un filtro de cavidad resonante que incluye una carcasa que tiene un resonador en su interior y un elemento de sintonización que incluye un miembro de clavija alargada que tiene una superficie exterior conductora. El elemento de sintonización está montado para la inserción del miembro de clavija alargada en el interior del resonador. La superficie exterior conductora incluye una parte de contacto mediante la que el miembro de clavija alargada se fija en una posición deseada para ajustar una respuesta de frecuencia del filtro de cavidad resonante, donde la parte de contacto está libre de roscas.

### DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La solución descrita en los antecedentes de la invención relativa al uso de tornillos de sintonización metálicos para construir filtros de microondas que puedan sintonizarse de manera dinámica o remota no es factible en la práctica por las siguientes razones:

- para un rendimiento de filtro correcto, el tornillo de sintonización metálico debe estar en perfecto contacto eléctrico con el cuerpo de filtro. Esta es la razón por la que los tornillos de sintonización normalmente se sujetan con una tuerca al cuerpo de filtro,
- la variación de la penetración de un tornillo metálico que se requiere para cambiar el rendimiento de un filtro de microondas requeriría un accionador mecánico de altísima precisión. Aunque esto es posible en teoría, el dispositivo resultante sería demasiado grande y costoso para cualquier aplicación práctica, e
- incluso si fuera posible controlar de manera remota tanto la posición del tornillo como de la tuerca de bloqueo, el dispositivo tendría una vida muy corta debido a consideraciones de tribología.

El objeto de la invención consiste en un sintonizador dieléctrico, que proporcione una solución sencilla y eficaz a los problemas descritos.

Específicamente, el sintonizador dieléctrico comprende:

- una varilla de zafiro macizo, de cualquier forma apropiada, preferentemente circular, y que puede ser maciza o hueca. Si la varilla de zafiro es circular, su diámetro es  $d$  y su longitud es  $l$ , y actúa como un sintonizador al penetrar en la cavidad de un resonador o en la apertura de acoplamiento de un filtro,
- un cabezal de acoplamiento, preferentemente metálico, al que está fijada la varilla de zafiro y que está destinado a conectarse con un accionador lineal,
- un cuerpo de base, preferentemente metálico, con un orificio en su centro del diámetro

apropiado en el que la varilla de zafiro puede deslizarse sin una fricción significativa, y que puede sujetarse con dispositivos mecánicos apropiados (por ejemplo, pero no limitado a roscas) tanto al cuerpo de filtro como al cuerpo de accionador, y

- 5 - además, puede comprender un revestimiento del orificio central del cuerpo de base que garantice una larga vida útil y el movimiento de baja fricción de la varilla de zafiro.

10 Las principales ventajas que introduce el sintonizador dieléctrico objeto de la presente invención son las siguientes:

- 15 - el sintonizador dieléctrico puede usarse para sintonizar tanto la frecuencia de resonancia como los acoplamientos de los filtros de guía de ondas basados en cavidades,
- 20 - no requiere contacto eléctrico con el cuerpo del filtro ya que no fluye corriente eléctrica en el sintonizador dieléctrico, y
- 25 - debido al valor de la constante dieléctrica del zafiro, el diámetro del sintonizador y el movimiento lineal del sintonizador pueden ajustarse adecuadamente, de tal manera que la precisión de colocación necesaria para una aplicación determinada esté dentro de lo que es mecánica y económicamente factible para la aplicación prevista.

30 El sintonizador dieléctrico también puede usarse en cualquier dispositivo de RF (radiofrecuencia) o microondas que use elementos de sintonización ajustables manualmente.

### DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Para complementar la descripción que se realiza y con el fin de contribuir a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de la realización práctica de la misma, se adjunta un conjunto de dibujos como una parte integral de dicha descripción en el que, con carácter ilustrativo y no limitante, se ha representado lo siguiente:

45 Figura 1.- Muestra una vista general del sintonizador dieléctrico.

50 Figura 2.- Muestra una tabla con la posición del sintonizador dieléctrico para diferentes frecuencias.

Figura 3.- Muestra una gráfica con cinco medidas de un filtro centrado en 12,995 GHz.

Figura 4.- Muestra una gráfica con cinco medidas del mismo filtro que en la figura 3 pero sintonizado a una frecuencia central igual a 12,389 GHz.

5 Figura 5.- Muestra una gráfica con cinco medidas del mismo filtro que en las figuras 3 y 4 pero sintonizado a una frecuencia central de 11,918 GHz.

10 Figura 6.- Muestra una gráfica con cinco medidas del mismo filtro que en las figuras 3, 4 y 5 pero sintonizado a una frecuencia central de 11,410 GHz.

15 Figura 7.- Muestra una gráfica con cinco medidas del mismo filtro que en las figuras 3, 4, 5 y 6 pero sintonizado a una frecuencia central de 11,057 GHz.

20 Figura 8.- Muestra un grupo de varillas de zafiro, cada una acoplada al filtro y a un accionador lineal.

### **REALIZACIÓN PREFERIDA DE LA INVENCION**

25 Con la ayuda de las figuras 1 a 8, se describe a continuación la realización preferida de la presente invención.

30 La figura 1 muestra una vista general de un sintonizador dieléctrico (6), objeto de la invención, que comprende una varilla de zafiro circular maciza (1), destinada a penetrar en la cavidad de un resonador o en la abertura de acoplamiento de un filtro (8). Sujeto a la varilla de zafiro (1),  
35 el sintonizador comprende un cabezal de acoplamiento (2) que está conectado, en un extremo opuesto a la varilla de zafiro (1), que puede conectarse a un accionador lineal (7).

40 El sintonizador dieléctrico también comprende un cuerpo de base (3), preferentemente metálico y con un orificio en su centro y un revestimiento de politetrafluoroetileno (PTFE), del diámetro apropiado en el que la varilla de zafiro (1) puede deslizarse sin una fricción significativa, cuando el accionador lineal (7) mueve el cabezal de acoplamiento (2) y  
45 consecuentemente la varilla de zafiro (1). El PTFE garantiza una fricción mínima, resultando en una experiencia de sintonización suave sin efecto de deslizamiento y adherencia. Además, debería observarse que sin la carcasa de PTFE, pueden producirse desgaste del metal  
50 durante el proceso de sintonización, lo que dañaría tanto el cuerpo de base (3) como la varilla de zafiro (1), y el propio filtro (8).

El cuerpo de base (3) puede comprender una sección roscada (4) acoplable a dispositivos mecánicos apropiados, por ejemplo, una rosca (5), tanto al filtro (8) como al accionador lineal (7).

5

Adicionalmente, el sintonizador dieléctrico (6) puede comprender un revestimiento del orificio central del cuerpo de base (3) que garantice una larga vida útil y el movimiento de baja fricción de la varilla de zafiro (1). El revestimiento no se muestra en la figura 1.

10

A continuación, se describen los resultados obtenidos con un prototipo que demuestra el comportamiento funcional del sintonizador dieléctrico (6), con el fin de comprender mejor y demostrar sus ventajas.

15

Se realizó un experimento de prueba de concepto donde, como se muestra en la figura 8, se construyó un filtro (8) con cuatro varillas de zafiro (1) colocadas en las cavidades y cinco varillas de zafiro más (1) en las aberturas, para sintonizar o reconfigurar la respuesta del filtro (8) entre 11 y 13 GHz. Para esta prueba, el ancho de banda del canal se fijó en 200 MHz. También se usó un dispositivo de colocación, específicamente un accionador lineal (7). El accionador lineal (7) está provisto de una placa de control y un software específicos para controlar su posición.

20

25

30

Estudios previos han demostrado que los sintonizadores de zafiro pueden proporcionar el mismo intervalo de sintonización que el obtenido con los sintonizadores metálicos, pero penetrando más profundamente en el filtro (8). Esto es especialmente útil ya que la posición de los sintonizadores es crítica para la respuesta correcta del filtro.

35

El filtro (8) se fija a una base con el fin de reducir todo lo posible el movimiento indeseado y garantizar la repetibilidad de las medidas. Los accionadores lineales (7) se colocan a ambos lados del filtro (8) y también se fijan a la base. Cada varilla de zafiro (1) se fija a un accionador lineal (7) y se alinea con su respectivo orificio en el filtro (8).

40

45

La siguiente etapa es sintonizar el filtro (8) en diferentes frecuencias centrales. La figura 2 muestra la posición relativa de los accionadores lineales (7) y consecuentemente de las varillas de zafiro (1) para diferentes frecuencias centrales del filtro (8). Como puede verse, cuando el filtro (8) está sintonizado a una frecuencia más baja, la varilla de zafiro (1) penetra más profundamente en el filtro (8).

50

Con toda esta información, pueden comenzar las mediciones del filtro (8). Para la prueba, el filtro (8) se sintoniza en las frecuencias centrales introduciendo en el software de los accionadores lineales (7) los valores de la tabla de la figura 1. En total, el filtro (8) se reconfigurará y medirá cinco veces para cada canal (o frecuencia central).

Como puede verse en las figuras 3-7, los resultados muestran una muy buena repetibilidad. Para las frecuencias más altas, los resultados son mejores que para las frecuencias más bajas. Se esperaba este comportamiento ya que, para los canales inferiores, la varilla de zafiro (1) necesita penetrar más profundamente en el filtro (8) y, estando el accionador lineal (7) en el exterior, se generan más inestabilidades en la posición. Sin embargo, los rendimientos del filtro (8) se han recuperado perfectamente.

En conclusión, el uso de sintonizadores dieléctricos de zafiro (6) en combinación con accionadores lineales (7) permite reconfigurar el filtro (8) automáticamente con la tabla calculada anteriormente de las posiciones para los diferentes canales. Las diferentes medidas muestran repetibilidad para cada canal configurado a lo largo de todo el ancho de banda disponible, siendo más crítico en las frecuencias más bajas.

Es importante mencionar que, además de sintonizar la frecuencia central del filtro, el sintonizador dieléctrico (6) también puede usarse para sintonizar el ancho de banda del filtro (8).

Finalmente, aunque el experimento se ha realizado con un filtro de guía de ondas rectangular (8), el sintonizador dieléctrico (6) puede usarse de hecho para sintonizar una gran variedad de filtros de guía de ondas basados en cavidades, o cualquier otro dispositivo de RF (radiofrecuencia) o microondas que use elementos de sintonización ajustables.

**REIVINDICACIONES**

5 1.- Un sintonizador dieléctrico (6), para sintonizar o reconfigurar un dispositivo (8) que usa elementos de sintonización cilíndricos insertados en una cavidad para ajustar su rendimiento eléctrico, que comprende:

- 10 - un cuerpo de base (3, 4) con un orificio a lo largo de su centro,
- una varilla de zafiro (1), colocada y linealmente deslizable dentro del orificio del cuerpo de base (3), y destinada a penetrar una cavidad del dispositivo (8), y
- 15 - un cabezal de acoplamiento (2) sujeto a la varilla de zafiro (1) en un extremo opuesto a la cavidad del dispositivo (8) y destinado a unirse a un accionador lineal (7).

20 2.- El sintonizador dieléctrico (6) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un revestimiento del orificio del cuerpo de base (3).

25 3.- El sintonizador dieléctrico (6) de la reivindicación 1, en el que la varilla de zafiro (1) es cilíndrica.

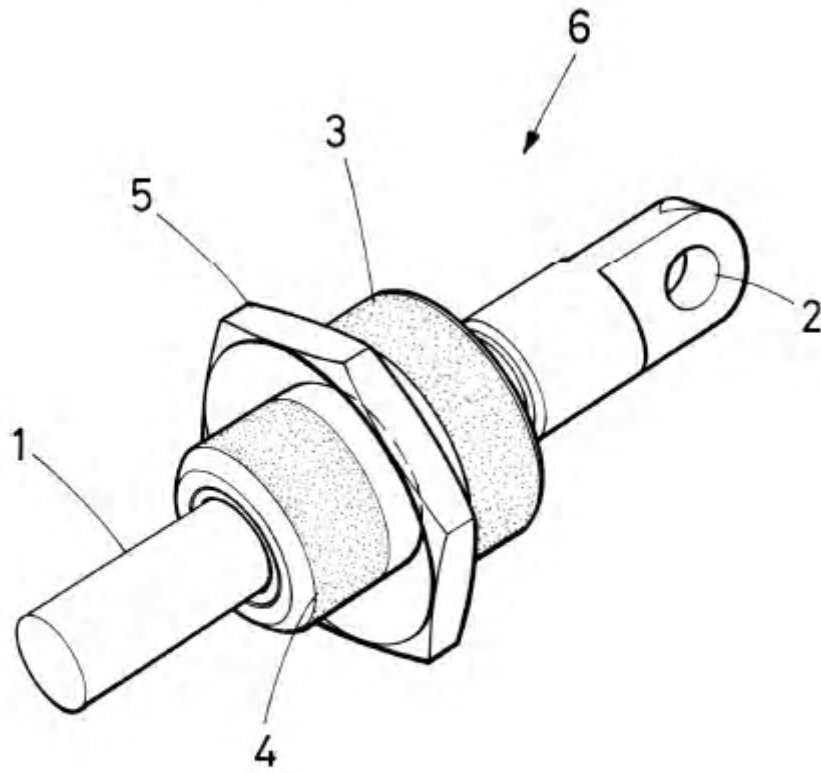
30 4.- El sintonizador dieléctrico (6) de la reivindicación 1, en el que la varilla de zafiro (1) es maciza.

35 5.- El sintonizador dieléctrico (6) de la reivindicación 1, en el que la varilla de zafiro (1) es hueca.

40 6.- El sintonizador dieléctrico (6) de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente unos medios de sujeción (5) destinados a sujetar el cuerpo de base (3, 4) al dispositivo (8) y/o al accionador lineal (7).

45 7.- El sintonizador dieléctrico (6) de la reivindicación 6, en el que el cuerpo de base (3) comprende una sección roscada (4) acoplable a los medios de sujeción (5).

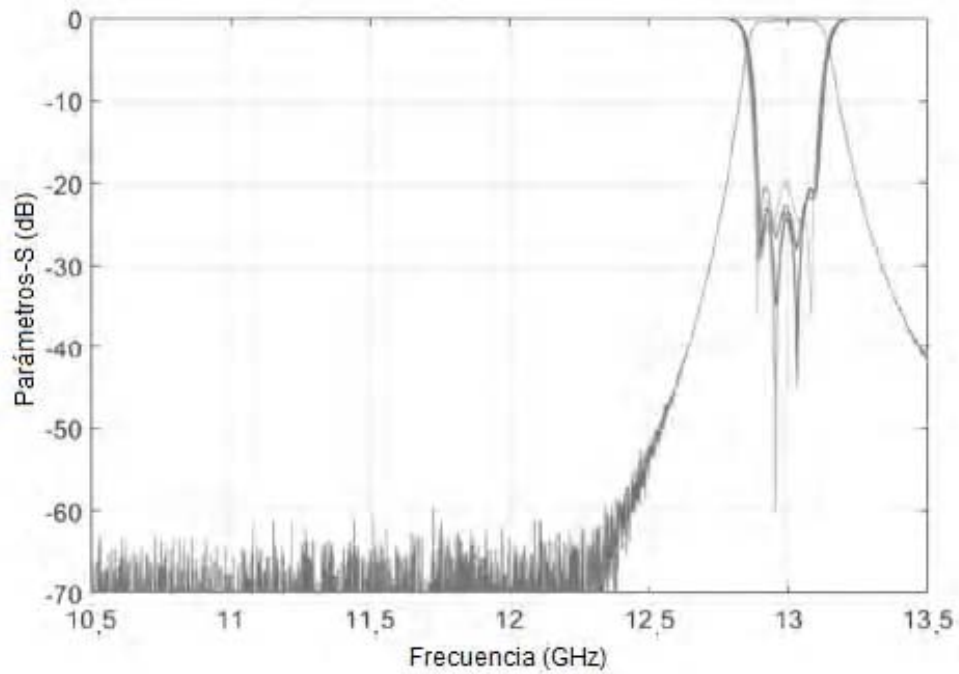
50



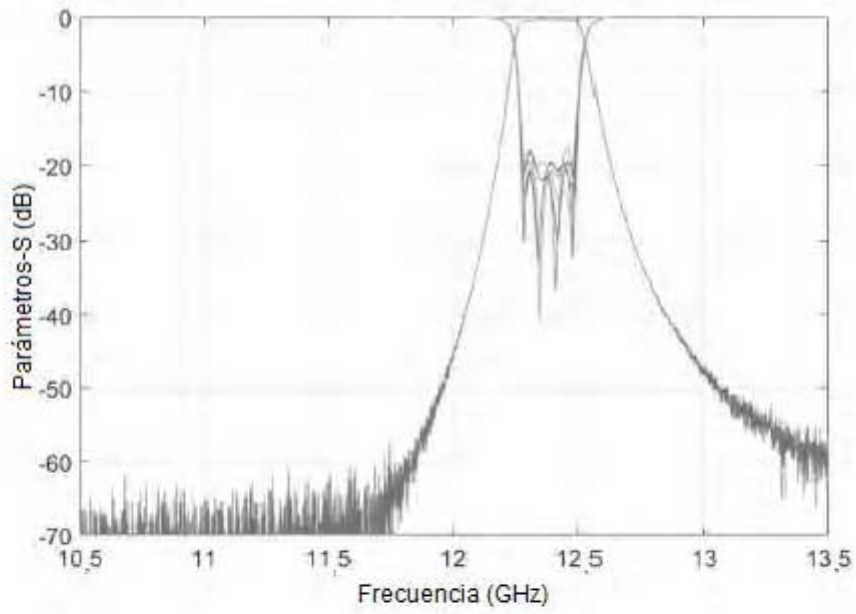
**FIG.1**

Frecuencia (GHz)	Sintonizador 1 (%)	Sintonizador 2 (%)	Sintonizador 3 (%)	Sintonizador 4 (%)	Sintonizador 5 (%)	Sintonizador 6 (%)	Sintonizador 7 (%)	Sintonizador 8 (%)	Sintonizador 9 (%)
11,057	62	58	55	55	55	66	62	62	57
11,410	57	53	50	49	46	56	55	54	52
11,918	49	45	42	41	39	46	44	45	42
12,389	43	38	35	32	31	38	35	37	37
12,995	28	23	20	18	21	19	18	19	20

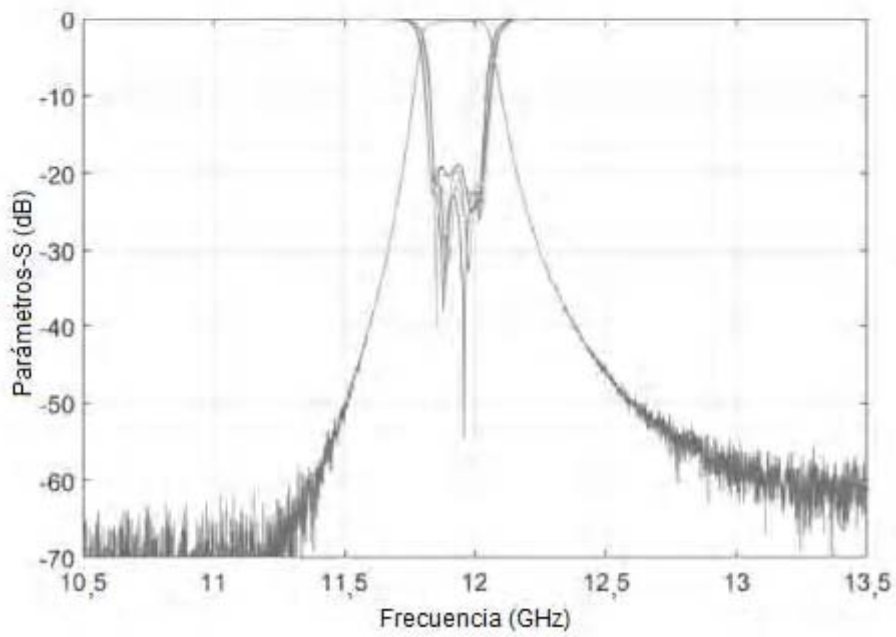
**Fig. 2**



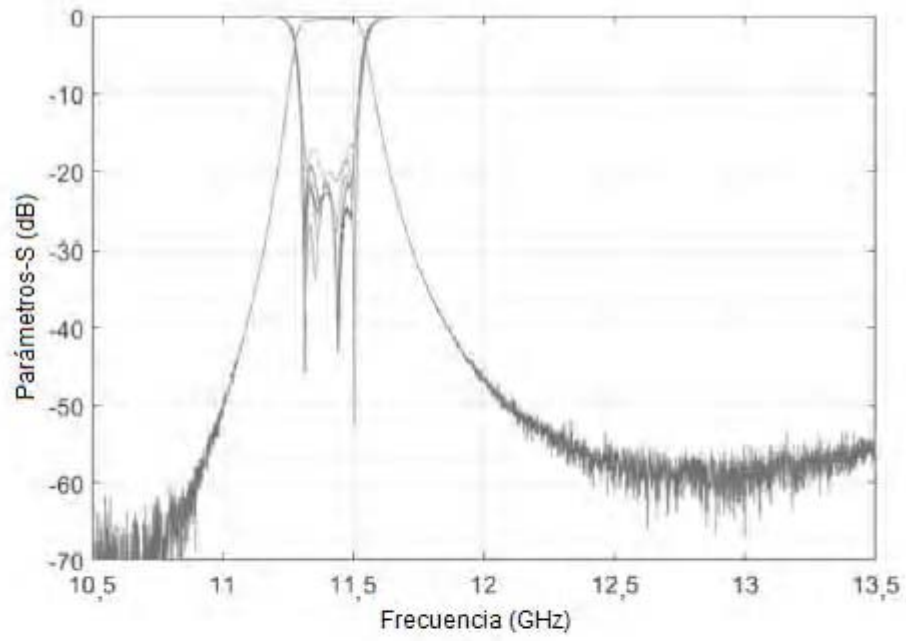
**Fig. 3**



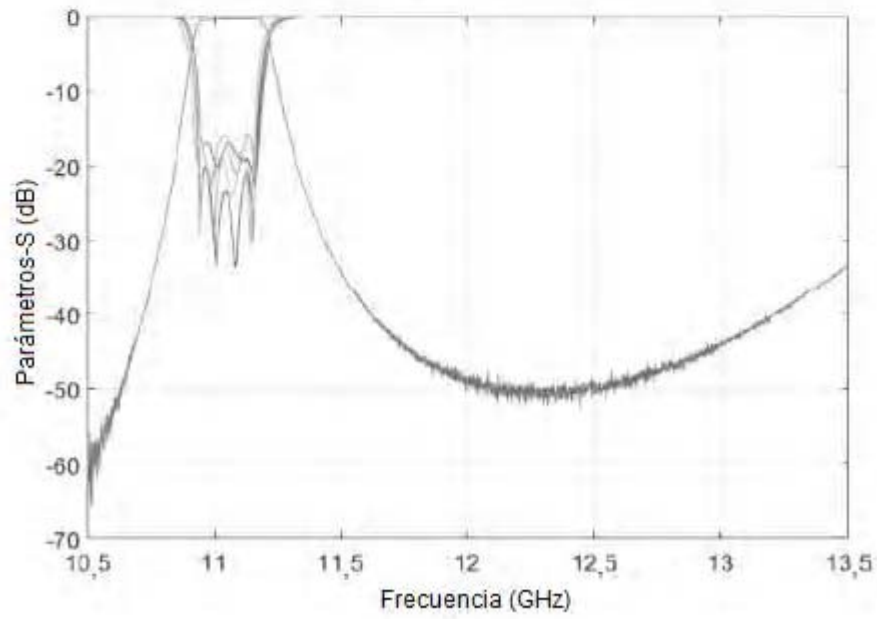
**Fig. 4**



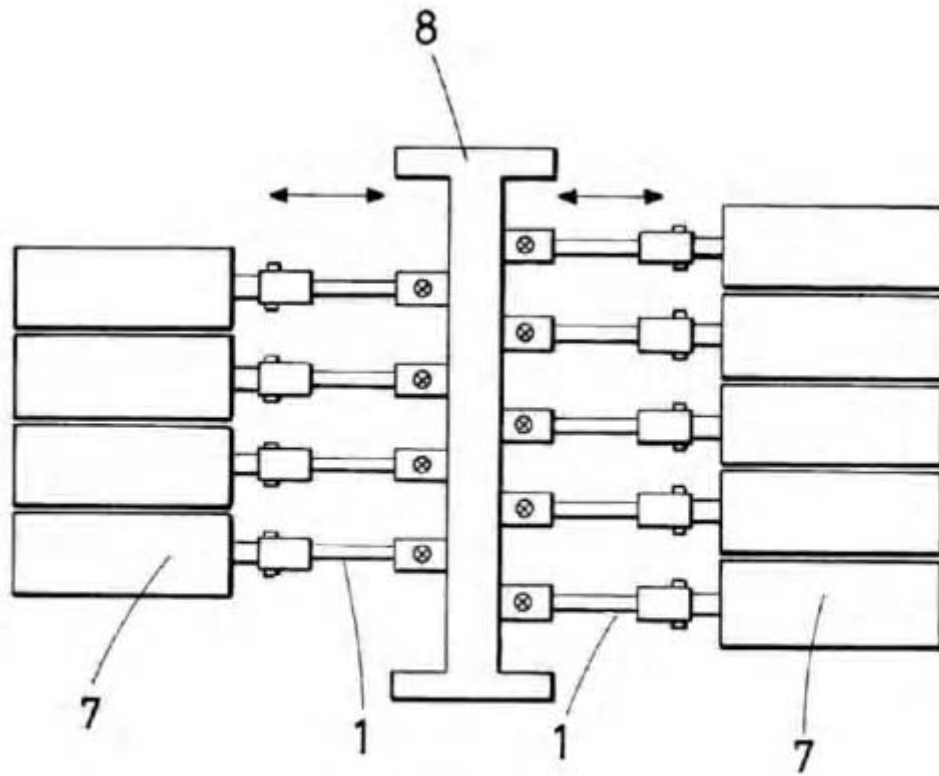
**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**