

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 763 108**

51 Int. Cl.:

**H01Q 15/00** (2006.01)

**H01Q 1/52** (2006.01)

**H01Q 13/18** (2006.01)

**H01Q 13/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.08.2017 E 17186981 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019 EP 3312935**

54 Título: **Desfase de reflexiones de señales de ondas que se propagan por una superficie**

30 Prioridad:

**24.10.2016 US 201615332455**

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

**27.05.2020**

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)  
100 North Riverside Plaza  
Chicago, IL 60606-2016, US**

72 Inventor/es:

**GILCHRIST, GARRETT L.;  
BURNS, RICHARD W. y  
HURST, MICHAEL P.**

74 Agente/Representante:

**CONTRERAS PÉREZ, Yahel**

**ES 2 763 108 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

Desfase de reflexiones de señales de ondas que se propagan por una superficie

### 5 CAMPO

La presente descripción se refiere a ondas que se propagan por una superficie y, más particularmente, a reflexiones de ondas que se propagan por una superficie.

### 10 ANTECEDENTES

Esta sección proporciona información de antecedentes relacionados con la presente descripción que no es necesariamente técnica anterior.

15 Una forma de onda de señal puede tener forma de onda que se propaga a lo largo de una superficie continua, que puede utilizarse en distintas aplicaciones. Dependiendo de la frecuencia de la señal, una onda que se propaga a lo largo de una superficie puede reflejarse cuando la onda se encuentra con varios tipos de irregularidades en la superficie. Si bien se han realizado intentos utilizando diversos materiales para abordar el tema de estas reflexiones, dichos intentos tienen una capacidad limitada. Un ejemplo puede encontrarse, por ejemplo, en WO 2015/126521 que describe un conductor magnético artificial activo que incluye una matriz de celdas unitarias, incluyendo cada celda unitaria una cara superior, por lo menos una pared acoplada a la cara superior, una base acoplada a por lo menos una pared, y una ranura cruzada en la cara superior. La cara superior, la por lo menos una pared y la base forman una cavidad y son conductoras.

25 En WO 2016/087749 A1 puede encontrarse otro ejemplo donde se describe un dispositivo de superficie de alta impedancia que comprende por lo menos dos compartimentos separados, sustancialmente cilíndricos, rellenos con un material dieléctrico, que tienen superficies internas en un material eléctricamente conductor, y cada uno de los cuales tiene, en un extremo, una abertura única, estando orientadas estas aberturas en un lado determinado y cubiertas con por lo menos una estructura periódica de patrones conductores eléctricos para formar resonadores electromagnéticos, presentando por lo menos dos de estos resonadores longitudes de onda resonantes.

30 En US 4 301 456 A puede encontrarse otro ejemplo donde se describen estructuras de superficie unidas a un elemento de soporte para reducir un acoplamiento entre dos antenas que lleva el elemento de soporte o para reducir los lóbulos laterales de una antena de bocina, consistiendo las estructuras en partes finas o tiras metálicas que cubren parcialmente el material dieléctrico en forma de capa y estando sujeta la estructura de soporte completa al elemento de soporte para presentar a una onda electromagnética que pasa por la superficie de la estructura superficial una impedancia superficial que es de naturaleza capacitiva para repeler la onda electromagnética alejándola de la superficie.

40 Por lo tanto, sería ventajoso tener un aparato y un procedimiento que tenga en cuenta por lo menos algunos de los problemas mencionados anteriormente, así como posiblemente otros problemas.

## DESCRIPCIÓN

45 De acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción, se presenta un sistema de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 para provocar un efecto de cancelación de señal de señales de ondas que se propagan por una superficie de una frecuencia de señal seleccionada.

50 A partir de la descripción que se da aquí serán evidentes otras áreas de aplicabilidad. La descripción y los ejemplos específicos están destinados únicamente a fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción.

## DIBUJOS

55 Los dibujos que se describen aquí son solamente para fines ilustrativos de realizaciones seleccionadas y no de todas las implementaciones posibles, y no pretenden limitar el alcance de la presente descripción.

60 La figura 1 es una ilustración de una realización de ejemplo de un aparato para provocar un desfase en señales reflejadas de señales de ondas que se propagan por una superficie que se encuentran a una frecuencia de señal seleccionada, de acuerdo con un aspecto de la presente descripción;

La figura 2 es una ilustración de una señal de onda que se propaga por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada que es reflejada por una irregularidad en una superficie;

La figura 3 es una ilustración de una señal de onda que se propaga por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada que es reflejada por una realización de ejemplo que comprende un aparato de acuerdo con el mostrado en la figura 1; y

La figura 4 es una ilustración de una gráfica de un desfase en una señal reflejada que es un reflejo de una señal de onda que se propaga por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada de aproximadamente 2,5 GHz, donde el desfase fue provocado por una realización de ejemplo que comprende un aparato de acuerdo con el que se muestra en la figura 1.

Los números de referencia correspondientes indican partes correspondientes a lo largo de las distintas vistas de los dibujos.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se describirán más completamente ahora unas realizaciones de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos. De acuerdo con diversos aspectos de la presente descripción, se describen unas realizaciones de un aparato para provocar un desfase en señales reflejadas de señales de ondas electromagnéticas que se propagan por una superficie. Las características, funciones y ventajas en la sección anterior pueden obtenerse de manera independiente en diversas realizaciones o combinarse en todavía otras realizaciones. Pueden apreciarse otros aspectos de la presente descripción con referencia a los dibujos y a las siguientes realizaciones descritas.

En una realización de ejemplo ilustrada en la figura 1, se dispone un aparato 100 que comprende una tira conductora alargada 102 que incluye una pluralidad de ranuras 104 que están dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí. La tira conductora 102 preferiblemente comprende un metal o aleación conductor. En la realización mostrada en la figura 1, la tira conductora 102 comprende una lámina conductora de cobre que tiene un grosor de entre 0,005 y 0,175 centímetros, y presenta 9 ranuras 104. Alternativamente, otras realizaciones pueden incluir una tira conductora realizada en otros metales o aleaciones, y pueden comprender cualquier número de ranuras. Cada una de las ranuras 104 presenta una longitud L que es una fracción en el rango de entre 9/16 y 7/8 de la longitud de onda  $\lambda_0$  asociada a una frecuencia de señal seleccionada (es decir, una frecuencia para la cual está diseñado el aparato). Las ranuras están separadas entre sí de manera que la distancia entre puntos centrales de ranuras adyacentes es de entre 0,7 y 1,0 longitudes de onda, y preferiblemente no más de 1 longitud de onda (para una frecuencia de señal seleccionada), para producir de manera efectiva un desfase en ondas de señales reflejadas que son reflejadas por el aparato 100. Para una frecuencia de señal seleccionada que se encuentre en el rango de entre 2,0 y 3,0 GHz, por ejemplo, la longitud de onda de la señal oscilaría entre aproximadamente 10 y 15 centímetros, por lo que la pluralidad de ranuras 104 tendría una longitud mínima en el rango entre 5,63 y 8,75 centímetros. Por consiguiente, una realización de ejemplo de un aparato 100 diseñado para un rango de frecuencias de señal seleccionado de aproximadamente 2,5 GHz incluiría unas ranuras 104 que tienen una longitud L en el rango de aproximadamente entre 5,63 y 8,75 centímetros, por ejemplo.

El aparato 100 incluye, además, una pluralidad de recintos conductores 106 dispuestos respectivamente por debajo de cada una de la pluralidad de ranuras 104. Cada uno de la pluralidad de recintos conductores 106 presenta una anchura y una longitud suficientes para contener una ranura correspondiente 104. Por ejemplo, el recinto conductor 106 podría tener una longitud que sea por lo menos 3/4 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. En la realización mostrada en la figura 1, los recintos conductores 106 comprenden paredes conductoras realizadas en una aleación de cobre con un grosor entre 0,005 y 0,3175 centímetros. Alternativamente, otras realizaciones pueden tener recintos conductores 106 que estén realizados en otros metales o aleaciones. En una realización de ejemplo, el interior 108 de los recintos conductores 106 incluye un material compuesto de aire, en el que los recintos forman una pluralidad de recintos protegidos que definen substancialmente cavidades anti-resonantes o cavidades casi anti-resonantes. La pluralidad de recintos conductores 106 presentan una profundidad que es una fracción en el rango entre 1/8 y 3/8 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada, cuando se transmite en el material. Preferiblemente, cada uno de la pluralidad de recintos conductores 106 define un recinto protegido que forma un interior reflectante con una profundidad de aproximadamente 1/4 de la longitud de onda  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material, y establece substancialmente cavidades anti-resonantes o cavidades casi anti-resonantes (por ejemplo, cavidades con las cuales se provoca que una longitud de onda de una frecuencia de señal seleccionada tenga un desfase que puede no ser exactamente 180 grados y puede variar en un rango de aproximadamente entre 150 y aproximadamente 210 grados). La pluralidad de ranuras 104 y recintos conductores 106 que definen cavidades casi anti-resonantes provoca un desfase de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas que se reflejan de señales de ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada (que inciden en el aparato). Para una frecuencia de señal seleccionada que se encuentra en el rango entre 2,0 y 3,0 GHz, por ejemplo, la longitud de onda asociada oscilaría entre aproximadamente 10 y 15 centímetros, por lo que la pluralidad de recintos conductores 106 tendría una profundidad mínima en el rango de aproximadamente entre 1,25 y 3,75 centímetros. Por consiguiente, una

realización de ejemplo de un aparato 100 para una aplicación de una frecuencia de señal seleccionada de aproximadamente 2,5 GHz tendría recintos conductores 106 con una profundidad de entre 1,25 y 3,75 centímetros (donde los recintos contienen aire). Preferiblemente, los recintos conductores 106 están en contacto y son conductores de electricidad con la tira conductora 102. Alternativamente, los recintos conductores 106 pueden estar separados de la tira 102 por un pequeño espacio, para proporcionar un efecto capacitivo.

En la realización de ejemplo mostrada en la figura 1, la pluralidad de ranuras 104 dispuestas ortogonalmente entre sí y la pluralidad de recintos conductores 106 que contiene un material provocan un desfase de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas que son reflejos de señales de ondas que se propagan por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada, donde las señales inciden en el aparato 100. La pluralidad de ranuras 104 dispuestas de manera alternada ortogonalmente entre sí y la pluralidad de recintos conductores 106 son eficaces para provocar un desfase en las señales reflejadas de ondas que se propagan por una superficie de multipolaridad que inciden en el aparato 100, tal como se describe a continuación.

El aparato 100 comprende una pluralidad de ranuras 104 y pluralidad de recintos conductores 106, una parte de los cuales se encuentra dispuesta en una primera orientación, y una parte de los cuales se encuentra dispuesta en una segunda orientación, ortogonal a la primera orientación. En otras palabras, una primera parte de las ranuras 104 están orientadas ortogonalmente a la segunda parte de las ranuras. Si una señal transmitida hacia el aparato se encuentra más en una polaridad horizontal (es decir, paralela al plano de la tira 102), la señal incide en las ranuras de la segunda orientación ortogonal a la primera orientación, lo que provoca un desfase en señales reflejadas resultantes. Si una señal transmitida hacia el aparato 100 se encuentra más en una polaridad vertical (es decir, perpendicular al plano de la tira 102), la señal incide en las ranuras de la primera orientación ortogonal a la segunda orientación, lo que provoca un desfase en señales reflejadas resultantes. Esta disposición de ranura bipolar asegura que la señal de onda que se propaga por una superficie (a la frecuencia seleccionada) dé como resultado una reflexión desfasada, en la que las ranuras 104 y los recintos conductores 106 producen un desfase de la señal reflejada. Si los recintos conductores 106 presentan un interior 108 lleno de un material que comprende aire, la longitud de onda de la señal transmitida en el recinto conductor 106 es la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada en el espacio libre (por ejemplo, aire). Las ranuras 104 y los recintos conductores 106 producen un desfase de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas que resultan de las ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada reflejada por el aparato, tal como se explica a continuación.

Tal como se muestra en la figura 2, cuando una señal de una onda que se propaga por una superficie S incide en una irregularidad de la superficie 22, tal como bordes contiguos de dos placas de diferente material, se produce una forma de onda de señal reflejada R y se propaga en una dirección opuesta a la señal de onda que se propaga por la superficie S. La señal reflejada R se refleja debido a la discontinuidad de la impedancia en la irregularidad de la superficie 22 (la fase de señal reflejada depende de una variación de la impedancia). En las realizaciones de ejemplo, las ranuras 104 puede tener una impedancia de apertura, y los recintos conductores 106 que incluyen un material pueden tener un carácter de impedancia asociada al material, donde se define un límite en la entrada de cada ranura que conduce al recinto conductor 106. En las realizaciones de ejemplo, cuando una señal de onda que se propaga por una superficie S a la frecuencia de señal seleccionada incide en la ranura 104, la ranura 104 y recinto conductor 106 provocan un desfase en la señal reflejada R' producido por la onda que se propaga por la superficie que se refleja, tal como se muestra en la figura 3. A diferencia de una cavidad resonante, que se construye a partir de paredes conductoras que forman un interior reflectante con dimensiones que son múltiplos de la mitad de la longitud de onda, los recintos conductores 106 presentan una profundidad de entre 1/8 y 3/8 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. Más preferiblemente, la profundidad es aproximadamente 1/4 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. El recinto conductor 106, construido a partir de paredes conductoras en las que el interior 108 está lleno de un material (por ejemplo, aire), define un recinto protegido que establece una cavidad casi anti-resonante, lo que provoca un desfase de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas R' producido por las ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada que inciden en las ranuras 104 y los recintos conductores 106. Tal como se muestra en la figura 3, el aparato 100 está dispuesto cerca de una irregularidad de superficie 22. El aparato 100 tiene una longitud correspondiente a la irregularidad de la superficie 22 (tal como se muestra en figura 1), y tiene una pluralidad de ranuras 104 de manera que las ranuras abarcan la longitud de la irregularidad de la superficie 22. El aparato 100 provoca un desfase en la señal reflejada R' (véase figura 3), donde la señal desfasada reflejada R' es desfasada aproximadamente 180 grados respecto a la señal reflejada R que es reflejada por la irregularidad de la superficie 22 (véase la figura 2). De este modo, el aparato 100 es eficaz para filtrar señales reflejadas producidas por ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada que es reflejada por una irregularidad de la superficie 22.

De acuerdo con otro aspecto de la presente descripción, se dispone una segunda realización de un aparato, que comprende una tira conductora que tiene una pluralidad de ranuras dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí y una pluralidad de recintos conductores dispuestos respectivamente por debajo la pluralidad de ranuras, en el que los recintos comprenden, además, un material con una permeabilidad relativa de entre 1 y 10. La segunda

realización de ejemplo comprende preferiblemente un aparato similar a la primera realización de la figura 1, que incluye una tira conductora 102 que presenta una pluralidad de ranuras 104 dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí y con una longitud que es una fracción (entre 9/16 y 7/8) de la longitud de onda  $\lambda_0$  de la frecuencia de señal seleccionada que se altera. La pluralidad de ranuras está separadas entre sí de manera que la distancia entre puntos centrales de ranuras adyacentes es entre 0,7 y 1,0 longitudes de onda para la frecuencia de señal seleccionada, con el fin de producir eficazmente un desfase en formas de onda de señal reflejadas por el aparato 100. El aparato también incluye una pluralidad de recintos conductores 106 dispuestos por debajo de cada una de la pluralidad de ranuras 104. Cada uno de los recintos conductores 106 presenta una anchura y una longitud suficientes para contener una ranura correspondiente 104. Los recintos conductores 106 presentan una profundidad que es una fracción en el rango de entre 1/8 y 3/8 de la longitud de onda  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada, cuando se transmite en el material en los recintos conductores. La frecuencia de señal seleccionada puede ser una frecuencia en el rango entre 4,0 y 8,0 GHz, por ejemplo, o una frecuencia entre 2,0 y 4,0 GHz que tiene una longitud de onda de entre 7,5 y 15 centímetros.

En la segunda realización de ejemplo, los recintos conductores 106 comprenden un material 110 en lugar de aire, que está dispuesto en el interior del recinto conductor 106, tal como se ilustra en la figura 1 mediante la zona sombreada en el recinto más a la derecha. El material tiene preferiblemente una permeabilidad relativa  $\mu$  entre 1 y 10, donde la permeabilidad absoluta del material es el producto de la permeabilidad en el aire o en el espacio libre ( $1,257 \times 10^{-6}$  H/m) y el valor de permeabilidad relativa. Materiales dieléctricos con una permeabilidad relativa aceptable incluyen epoxi o fibra de vidrio. Otros materiales dieléctricos con una permeabilidad relativa entre 1 y 10 pueden comprender un material paramagnético, tal como una polianilina que contiene carbonilo de hierro que tiene una permeabilidad relativa de 4 cuando se mide entre 2 y 8 MHz, o un medio de absorción dieléctrico combinado con ferrita para producir una permeabilidad relativa de 10. Los recintos conductores 106 incluyen un material con una permeabilidad relativa  $\mu$  entre 1 y 10 en una cantidad que es efectiva para provocar que la longitud de onda  $\lambda_d$  de una frecuencia de señal seleccionada transmitida en el material sea más corta que la del espacio libre. Los recintos 106 también pueden utilizar materiales con una permeabilidad relativa superior a 10, tal como bario, hexaferrita de estroncio u otros materiales adecuados. El material también puede tener una permitividad relativa entre 1 y 20, y más preferiblemente entre 1 y 4,6. Los recintos conductores tienen una profundidad que depende de la permeabilidad relativa del material y la longitud de onda de la frecuencia de señal seleccionada que el aparato está diseñado a desfasar. La pluralidad de ranuras 104 dispuestas ortogonalmente entre sí, y los recintos conductores 106 que tiene un material con una permeabilidad relativa de entre 1 y 10 (lo que produce una longitud de onda de señal  $\lambda_d$  en el material que es más corta que la longitud de onda de la señal  $\lambda_0$  en el espacio libre), provocan un desfase entre 150 y 210 grados en señales reflejadas producidas por señales de ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada que inciden en el aparato, tal como se explica a continuación.

Tal como se muestra en la figura 2, cuando una señal de onda que se propaga por una superficie S incide en una irregularidad de la superficie 22, tal como bordes contiguos de dos placas de diferente material, se produce una forma de onda de señal reflejada R y se propaga en una dirección opuesta a la señal de onda que se propaga por una superficie S. La señal reflejada R se refleja debido a la discontinuidad de la impedancia en la irregularidad de la superficie. En las realizaciones de ejemplo, las ranuras 104 puede tener una impedancia de apertura, y los recintos conductores 106 que incluyen un material puede tener un carácter de impedancia asociada al material, donde se define un límite en la entrada de cada ranura que conduce al recinto conductor 106. En las realizaciones de ejemplo, cuando una señal de onda que se propaga por una superficie S a la frecuencia de señal seleccionada incide en la ranura 104, la ranura 104 y el recinto conductor 106 producen un desfase en la señal reflejada R' producido por la onda que se propaga por la superficie que es reflejado, tal como se muestra en la figura 3. A diferencia de una cavidad resonante, que se construye a partir de paredes conductoras que forman un interior reflectante con dimensiones que son múltiplos de la mitad de la longitud de onda, los recintos conductores 106 presentan una profundidad de entre 1/8 y 3/8 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. Más preferiblemente, la profundidad es aproximadamente 1/4 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. El recinto conductor 106, construido a partir de paredes conductoras en las que el interior está lleno de un material (por ejemplo, que no sea aire), define un recinto protegido que establece una cavidad casi anti-resonante, lo que provoca un desfase de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas R' producido por las ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada que inciden en las ranuras 104 y recintos conductores 106. Tal como se muestra en la figura 3, el aparato 100 está dispuesto cerca de una irregularidad de la superficie 22. El aparato 100 tiene una longitud correspondiente a la irregularidad de la superficie 22 (tal como se muestra en la figura 1), y tiene una pluralidad de ranuras 104 tal que las ranuras abarcan la longitud de la irregularidad de la superficie 22. El aparato 100 provoca un desfase en la señal reflejada R' (véase la figura 3), donde la señal desfasada reflejada R' está desfasada aproximadamente 180 grados respecto a la señal reflejada R que es reflejada por la irregularidad de la superficie 22 (véase la figura 2). De este modo, el aparato 100 es eficaz para filtrar señales reflejadas producidas por ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada que son reflejadas por una irregularidad de la superficie 22.

Dado que la segunda realización de ejemplo incluye unos recintos 106 con un material (aparte de aire) que produce una longitud de onda más corta  $\lambda_d$  de la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material, los recintos conductores tendrán una profundidad (de aproximadamente 1/4 de la longitud de onda efectiva para la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material) que es reducida respecto a un recinto lleno de aire. De este modo, el segundo ejemplo del aparato 100 incluye un material (aparte de aire) con una permeabilidad relativa entre 1 y 10, que hace que la longitud de onda de la señal seleccionada sea más corta dentro del dieléctrico y da como resultado un perfil reducido o una sección transversal del aparato 100 (respecto a recintos conductores que contienen sólo aire). Para una aplicación de frecuencia de señal seleccionada en el rango de aproximadamente entre 2,0 y 4,0 GHz (con una longitud de onda asociada de entre 7,5 y 15,0 centímetros), la segunda realización incluirá recintos conductores 106 con una profundidad mínima en el rango de aproximadamente entre 0,94 y 2,81 centímetros. De este modo, el aparato 100 de la segunda realización presenta una sección transversal o altura mínima de entre 1,0 y 3,0 centímetros para una aplicación de frecuencia de señal seleccionada en el intervalo entre 2,0 y 4,0 GHz.

De acuerdo con otro aspecto de la presente descripción, unas realizaciones de ejemplo pueden comprender, además, una estructura 20 en la cual se encuentra dispuesto el aparato 100, tal como se ilustra en la figura 1. El aparato 100 queda colocado en una superficie de una estructura 20, próxima o adyacente a una irregularidad de la superficie 22, tal como bordes adyacentes de dos placas de diferente material, un borde a lo largo de superficies exteriores superpuestas u otras discontinuidades de superficie similares, por ejemplo. El aparato 100 se encuentra dispuesto cerca de la irregularidad de la superficie 22 (que comprende un borde, un material diferente u otra característica), de modo que el aparato 100 provoque un desfase en señales reflejadas que son reflejos de ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada que incide en el aparato 100. Las señales desfasadas reflejadas producidas por el aparato 100 también pueden producir un efecto de interferencia de fase de la señal, respecto a reflejos de señales de ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada que son reflejadas por la irregularidad de la superficie 22 (véase señales reflejadas en la figura 2 y la figura 3), de modo que el aparato filtra efectivamente señales reflejadas producidas por señales de ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada. Realizaciones de ejemplo de un aparato, cuando éste se encuentra dispuesto sobre una estructura próxima a una irregularidad de una superficie son, por consiguiente, efectivas para filtrar señales reflejadas de señales de ondas que se propagan por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada que inciden en el aparato y la irregularidad de superficie. Ejemplos de estructuras en las que puede disponerse el aparato respecto a una irregularidad de la superficie pueden incluir componentes de propagación de ondas en superficies. En una realización, el aparato está dispuesto sobre una estructura de una superficie de un vehículo.

Haciendo referencia a la figura 4, se muestra una ilustración de una gráfica que representa un desfase en una señal reflejada, que es un reflejo de una señal de onda que se propaga por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada en el rango entre 2,0 y 3,0 GHz que fue reflejada en una tercera realización de ejemplo de un aparato. La tercera realización de ejemplo comprende preferiblemente un aparato similar a la primera realización de la figura 1, y comprende una tira conductora 102 que presenta una pluralidad de ranuras 104 dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí. En la tercera realización de ejemplo, la tira conductora 102 está realizada en cobre con un grosor de aproximadamente 0,005 centímetros y tiene 80 centímetros de largo. La tira 102 tiene 24 ranuras 104 dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí. Cada ranura tiene una anchura de aproximadamente 0,1 centímetros, y una longitud que es una fracción entre 9/16 y 7/8 de la longitud de onda para una frecuencia de señal seleccionada entre 2,0 y 3,0 GHz (una longitud de onda de entre 15 y 10 centímetros). Para una longitud de onda mínima de 10 centímetros (3 GHz), una fracción 9/16 produce una longitud de ranura mínima de 5,63 centímetros. La tercera realización de ejemplo también puede diseñarse y utilizarse para una frecuencia de señal seleccionada entre 2,0 y 4,0 GHz (una longitud de onda de entre 15 y 7,5 centímetros), donde para una longitud de onda mínima de 7,5 centímetros, una fracción de 9/16 produce una ranura de longitud mínima de aproximadamente 4,21 centímetros. Por consiguiente, la tercera realización de ejemplo tiene preferiblemente ranuras 104 con una longitud mínima de entre 4,21 y 5,63 centímetros (entre 1,625 pulgadas y 2,215 pulgadas).

El aparato 100 incluye, además, una pluralidad de recintos conductores 106 respectivamente dispuestos por debajo de cada una de la pluralidad de ranuras 104, presentando cada uno una longitud suficiente para contener una ranura 104 correspondiente. En la tercera realización de ejemplo, los recintos conductores 106 están realizados en una aleación de cobre. El interior de los recintos incluye un material epoxi, tal como resina polimérica reforzada con fibra, por ejemplo. El material epoxi tiene una permeabilidad relativa  $\mu$  de entre 1,0 y 1,3 (cuando se mide de 2 GHz a 12 GHz) y una permitividad relativa de 4,6, que es efectiva para causar que la longitud de onda  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada de 2,5 GHz sea más corta dentro del material que la longitud de onda  $\lambda_0$  en espacio libre (por ejemplo, aire). En la tercera realización de ejemplo, los recintos conductores 106 tienen una profundidad que es aproximadamente 1/4 de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada de 2,5 GHz cuando se transmite en el material epoxi, de modo que la profundidad es entre aproximadamente 1,5 y 2,0 centímetros. Cada uno de los recintos conductores 106, construido a partir de paredes conductoras en las que el

interior se llena con el material epoxi, define un recinto protegido que forma un interior reflectante para establecer una cavidad casi anti-resonante.

Tal como se muestra en la gráfica ilustrada en la figura 4, en la representación del ángulo de fase de la señal reflejada (indicado como línea 300) hay presente un desfase producido por las ranuras 104 y los recintos conductores 106 que forman cavidades casi anti-resonantes. La representación del ángulo de fase reflectante de la señal reflejada se muestra con un ángulo de fase inicial de aproximadamente 150 grados, a partir del cual el ángulo de fase de la señal reflejada 300 disminuye gradualmente. A medida que aumenta la frecuencia de la señal y se acerca a la frecuencia de señal seleccionada de aproximadamente 2,5 GHz, el ángulo de fase de la señal reflejada que se muestra en la gráfica se desfasa de un ángulo de fase por encima de 135 grados a un ángulo de fase por debajo de 35 grados negativos (una variación de 170 grados), respecto al ángulo de fase proyectado para una señal reflejada que no se ve alterada (por el aparato) mostrada por la línea discontinua 302. Tal como se muestra en la gráfica, el desfase se produce dentro del rango de frecuencia de señal seleccionada de entre 2,3 GHz y 2,7GHz. En consecuencia, la cavidad casi anti-resonante provoca un desfase en las señales reflejadas producido por señales de ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada que inciden en el aparato 100. La pluralidad de ranuras 104 dispuestas ortogonalmente entre sí, y los recintos conductores 106 que tienen el material epoxi con una permeabilidad relativa de entre 1,0 y 1,3, producen un desfase de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas asociadas a las señales de ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada de 2,5 GHz que inciden en el aparato de la tercera realización de ejemplo. Más preferiblemente, la pluralidad de ranuras 104 y recintos conductores 106 provocan un desfase de aproximadamente 180 grados en señales reflejadas asociadas a las señales de ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada de 2,5 GHz que inciden en el aparato de la tercera realización de ejemplo.

De acuerdo con otro aspecto de la presente descripción, se presenta un procedimiento para producir un desfase en señales reflejadas que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por una superficie de una frecuencia de señal seleccionada. El procedimiento comprende las etapas de formar una pluralidad de ranuras en una tira conductora alargada, dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí, presentando cada ranura una longitud que es una fracción entre  $9/16$  y  $7/8$  de la longitud de onda  $\lambda_0$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada, y fijar una pluralidad de recintos conductores a la tira conductora. El procedimiento incluye fijar la pluralidad de recintos conductores con cada uno de la pluralidad de recintos conductores dispuestos respectivamente por debajo de cada una de la pluralidad de ranuras y que presentan una anchura y una longitud suficientes para contener una ranura respectiva correspondiente, en el que cada uno de los recintos conductores incluye un material en su interior y tiene una profundidad que es una fracción entre  $1/8$  y  $3/8$  de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite dentro del material. El procedimiento de formar la pluralidad de ranuras dispuestas ortogonalmente entre sí y fijar la pluralidad de recintos conductores alineados con la pluralidad de ranuras provoca un desfase en el rango de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada que inciden en el aparato.

En la realización de ejemplo de un procedimiento, la etapa de formar una pluralidad de ranuras comprende formar ranuras con una longitud que se encuentra en el rango entre  $9/16$  y  $7/8$  de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. Las ranuras pueden formarse mediante procesos de mecanizado o estampado, o mediante corte por láser u otros procedimientos adecuados. El procedimiento comprende formar ranuras con una longitud en el rango entre  $9/16$  y  $7/8$  de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada. La etapa de formar las ranuras puede comprender, además, formar la pluralidad de ranuras que va quedar separadas de manera que la distancia entre puntos centrales de ranuras adyacentes sea entre 0,7 y 1,0 longitudes de onda asociadas a la frecuencia de señal seleccionada. La etapa de fijar una pluralidad de recintos conductores comprende preferiblemente fijar recintos conductores que tienen una profundidad que es entre  $1/8$  y  $3/8$  de la longitud de onda efectiva  $\lambda_0$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite a través del material en los recintos conductores. Los recintos conductores pueden fijarse a la tira conductora mediante soldadura, adhesivos o materiales curables, y otros procedimientos para unir componentes. El procedimiento comprende, además, la etapa de incluir un material con una permeabilidad relativa de entre 1 y 10 dentro de cada uno de los recintos conductores, en una cantidad que sea efectiva para definir un recinto protegido que establezca una cavidad casi anti-resonante, de modo que los recintos conductores provoquen un desfase en el rango entre 150 y 210 grados en señales reflejadas que se reflejan de las ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada. El procedimiento también puede comprender la etapa de incluir, dentro de los recintos, un material que no sea aire, que tenga una permeabilidad relativa de entre 1 y 1,3, donde, como resultado de la longitud de onda efectiva más corta asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite a través del material, el aparato presente una altura de perfil mínima de entre 1,5 y 2,0 centímetros para una frecuencia de señal seleccionada en un rango de entre 2,3 y 2,7 GHz. La etapa de incluir un material puede comprender incluir un epoxi o una fibra de vidrio en el recinto.

5 La realización de ejemplo de un procedimiento puede incluir, además, la etapa de instalar el aparato sobre una superficie de una estructura próxima a una irregularidad de la superficie en la estructura. El aparato se instala cerca de la irregularidad de la superficie, de modo que las señales desfasadas reflejadas que son reflejadas desde las señales de ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada producen un efecto de interferencia de fase de la señal respecto a reflejos de ondas que se propagan por una superficie a la frecuencia de señal seleccionada que se refleja por la irregularidad de la superficie, por lo que el aparato filtra efectivamente las señales reflejadas de señales de ondas que se propagan por la superficie a la frecuencia de señal seleccionada.

10 Por consiguiente, pueden disponerse realizaciones de ejemplo de un aparato en una estructura próxima a una irregularidad de una superficie para filtrar eficazmente señales reflejadas de señales de ondas que se propagan por una superficie a una frecuencia de señal seleccionada que pueden incidir en el aparato y la irregularidad de la superficie. Ejemplos de estructuras en las que puede disponerse el aparato respecto a irregularidad de la superficie pueden incluir componentes de propagación de ondas por una superficie. En una realización, el aparato está  
15 dispuesto sobre una estructura de la superficie de un vehículo (véase la figura 2).



## REIVINDICACIONES

1. Sistema, que comprende:

un aparato (100) configurado para producir un desfase en señales reflejadas (R, R') que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) de una frecuencia de señal seleccionada, que comprende:

una tira conductora (102), que tiene una pluralidad de ranuras (104) en las mismas dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí, presentando cada ranura (104) una longitud (L) que es una fracción entre  $9/16$  y  $7/8$  de la longitud de onda  $\lambda_o$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada;

una pluralidad de recintos conductores (106) dispuestos respectivamente por debajo de cada una de la pluralidad de ranuras (104), presentando cada recinto conductor (106) una anchura y una longitud suficientes para contener una respectiva ranura (104) correspondiente, en el que los recintos conductores (106) tienen un material (110) en los mismos y presentan una profundidad que es una fracción entre  $1/8$  y  $3/8$  de la longitud de onda  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material (110);

en el que la pluralidad de ranuras (104) y la pluralidad de recintos conductores (106) producen un desfase en el rango entre 150 y 210 grados en señales reflejadas (R') que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada que incide en el aparato (100);

en el que el sistema comprende, además: una estructura de superficie de un vehículo que comprende una irregularidad de superficie (22), en el que el aparato (100) está dispuesto en la estructura de superficie próxima a la irregularidad de superficie (22).

2. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que cada una de las ranuras (104) tiene una longitud (L) que es aproximadamente  $3/4$  de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada.

3. Aparato (100) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por el hecho de que la pluralidad de ranuras (104) están separadas de manera que la distancia entre puntos centrales de ranuras adyacentes (104) es entre 0,7 y 1,0 longitudes de onda asociadas a la frecuencia de señal seleccionada.

4. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que cada uno de la pluralidad de recintos conductores (106) define un recinto protegido que forma un interior reflectante (108) con una profundidad que es entre  $1/8$  y  $3/8$  de la longitud de onda  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material (110), que establece substancialmente una cavidad anti-resonante que produce un desfase en el rango de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas (R') que son reflejadas desde señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada.

5. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que cada una de los recintos conductores (106) presenta una profundidad que es aproximadamente  $1/4$  de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material (110), y en el que el material (110) tiene una permeabilidad relativa que es efectiva para establecer una discontinuidad de impedancia en la entrada de cada ranura que es suficiente para producir un desfase en el rango entre 150 y 210 grados en señales reflejadas (R') que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada.

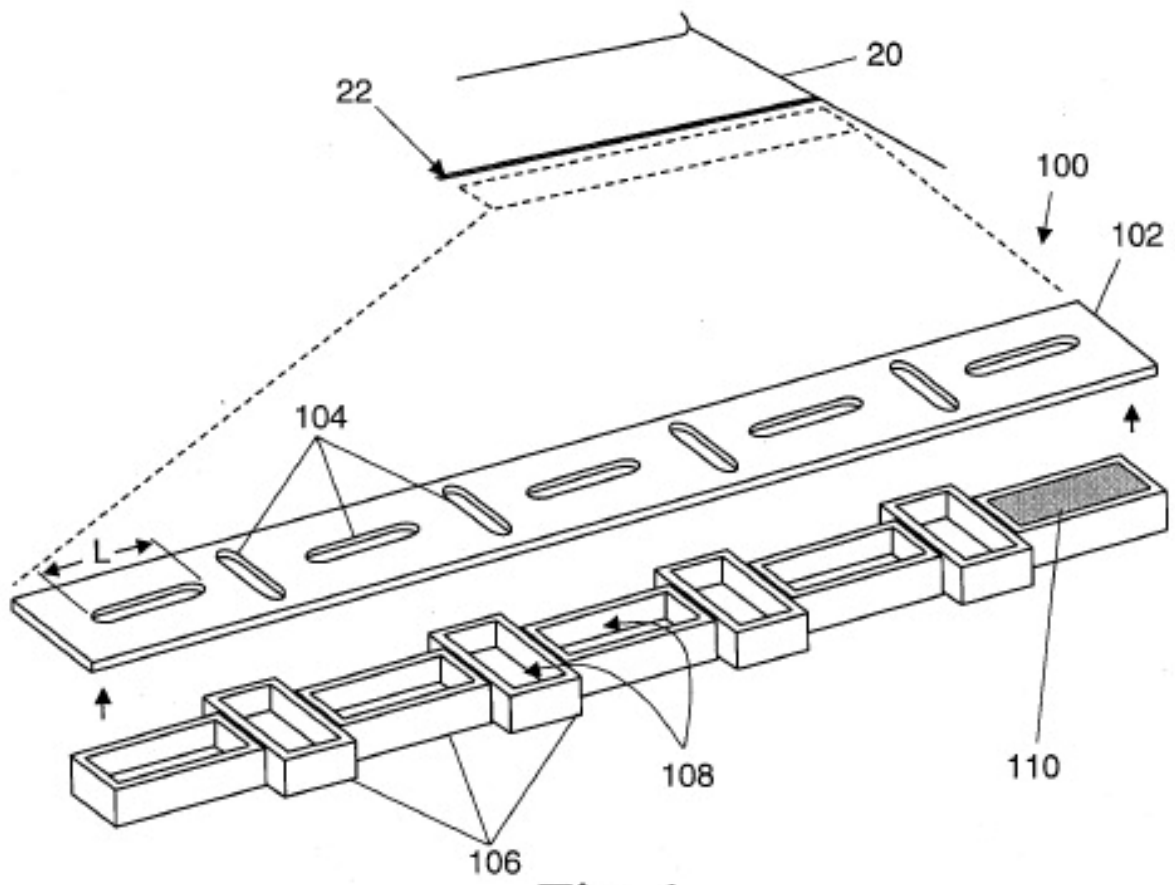
6. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que el material (110) tiene una permeabilidad relativa que es entre 1 y 10.

7. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado por el hecho de que la pluralidad de recintos conductores (106) incluyen un material (110) con una permeabilidad relativa entre 1,0 y 3,0, y tienen una profundidad de aproximadamente  $1/4$  de la longitud de onda efectiva  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material (110), por lo que el aparato (100) tiene una altura de perfil mínima de entre 1,5 centímetros y 2,0 centímetros como resultado de la longitud de onda efectiva más corta  $\lambda_d$  de la señal seleccionada cuando se transmite en el material (110).

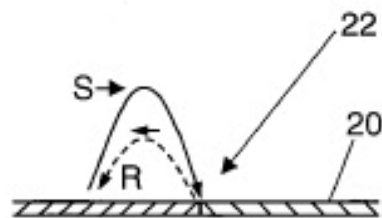
8. Aparato (100) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que las señales desfasadas reflejadas (R') que son reflejos de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada producen un efecto de cancelación de señal, respecto a reflejos (R) de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada que son reflejadas por la irregularidad de la superficie (22), de modo que el aparato (100) filtra efectivamente señales reflejadas (R, R') de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada.

9. Procedimiento para producir un aparato (100) para provocar un desfase en señales reflejadas (R, R') que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) de una frecuencia de señal seleccionada, que comprende las etapas de:

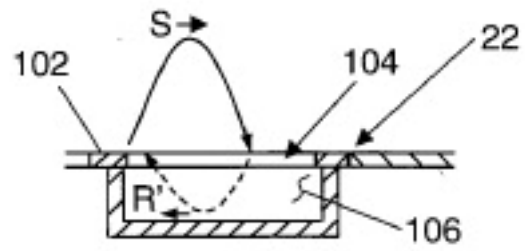
- formar una pluralidad de ranuras (104) en una tira conductora (102), dispuestas de manera alternada ortogonales entre sí, presentando cada ranura (104) una longitud (L) que es una fracción entre  $9/16$  y  $7/8$  de la longitud de onda  $\lambda_0$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada;
- 5 fijar una pluralidad de recintos conductores (106) a la tira conductora (102), estando dispuesto cada uno de los recintos conductores (106) respectivamente por debajo de cada una de la pluralidad de ranuras (104) y presentando una anchura y una longitud suficientes para contener una respectiva ranura (104) correspondiente, incluyendo cada uno de los recintos conductores (106) un material (110) en el mismo y presentando una
- 10 profundidad que es una fracción entre  $1/8$  y  $3/8$  de la longitud de onda  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite en el material (110); por lo que la pluralidad de ranuras (104) y la pluralidad de recintos conductores (106) provocan un desfase en el rango de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas (R') que son un reflejo de señales de ondas que se propagan por la superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada que incide en el aparato (100); e
- 15 instalar el aparato (100) en un vehículo próximo a una irregularidad de superficie (22) en el vehículo, de modo que señales desfasadas reflejadas (R') que se reflejan de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada producen un efecto de cancelación de señal respecto a reflejos (R) de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada que son reflejadas por la irregularidad de la superficie (22), por lo que el aparato (100) filtra efectivamente señales reflejadas (R, R') de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal
- 20 seleccionada.
10. Procedimiento de acuerdo con reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que formar la pluralidad de ranuras (104) comprende formar ranuras (104) que tienen una longitud (L) que es aproximadamente  $3/4$  de la longitud de onda asociada a la frecuencia de señal seleccionada, quedando la pluralidad de ranuras (104) separadas
- 25 de manera que la distancia entre puntos centrales de ranuras adyacentes (104) es entre 0,7 y 1,0 longitudes de onda asociadas a la frecuencia de señal seleccionada.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizado por el hecho de que la etapa de fijar una pluralidad de recintos conductores (106) comprende fijar recintos conductores (106) que tienen una profundidad de
- 30 aproximadamente  $1/4$  de la longitud de onda efectiva  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia de señal seleccionada cuando se transmite a través del material (110) en los recintos conductores (106).
12. Procedimiento de acuerdo con reivindicación 11, caracterizado por el hecho de que comprende, además, la etapa de incluir un material (110) con una permeabilidad relativa de entre 1 y 10 dentro de cada uno de los recintos
- 35 conductores (106), en una cantidad que es efectiva para definir un recinto protegido que establece substancialmente una cavidad anti-resonante, de modo que los recintos conductores (106) provocan el desfase en el rango de entre 150 y 210 grados en señales reflejadas (R') que se reflejan de señales de ondas que se propagan por una superficie (S) a la frecuencia de señal seleccionada.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por el hecho de que la etapa de incluir un material (110) comprende incluir un material de baja pérdida (110) que tiene una permeabilidad relativa entre 1 y 1,5 y una permitividad relativa entre 1 y 4,6, por lo que el aparato (100) tiene una altura de perfil mínima de entre 1,5 centímetros y 2,0 centímetros como resultado de la longitud de onda efectiva más corta  $\lambda_d$  asociada a la frecuencia
- 40 de señal seleccionada cuando se transmite a través del material (110).
- 45



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**

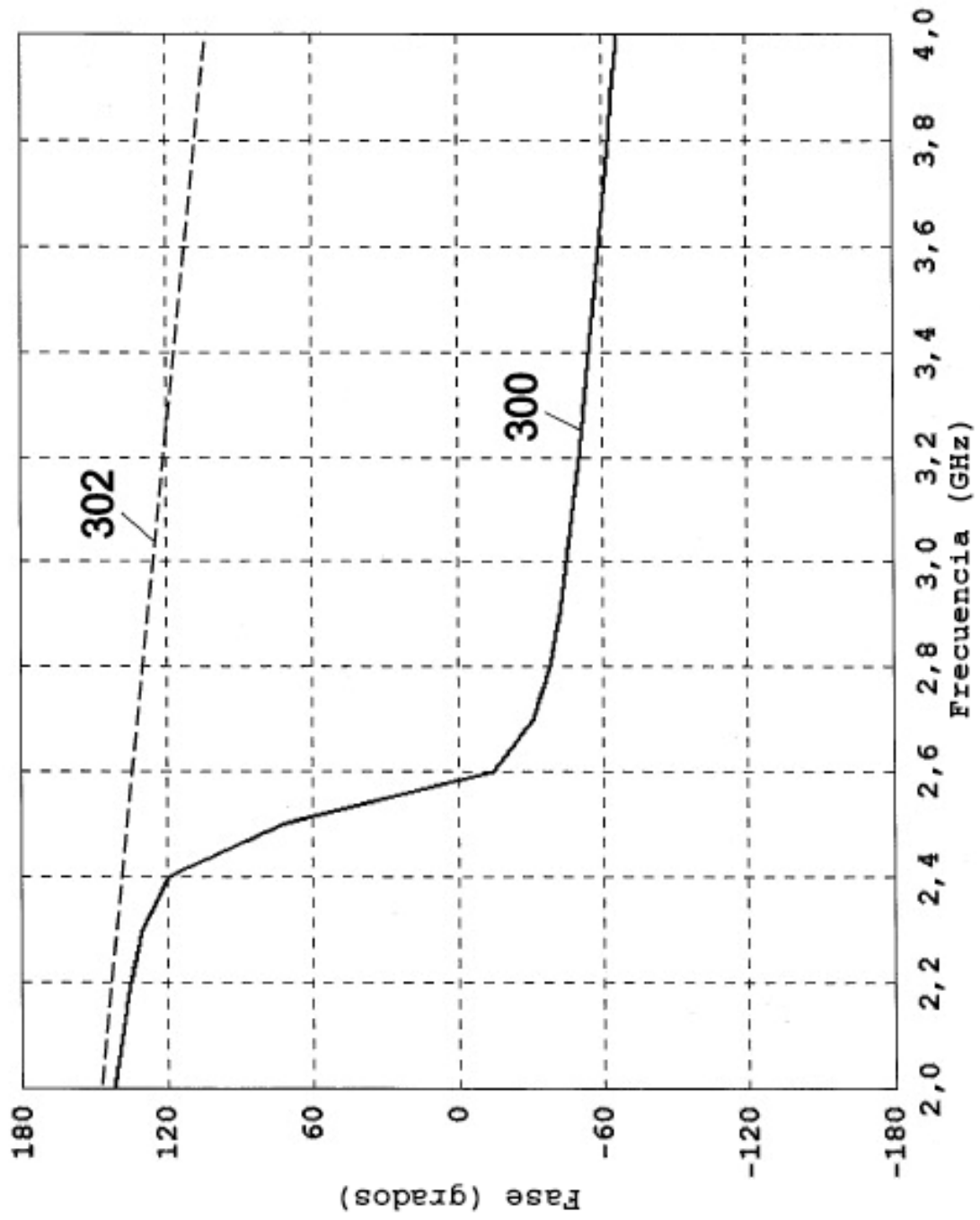


Fig. 4

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

**Documentos de patentes citados en la descripción**

- 10 • WO 2015126521 A [0003] • US 4301456 A [0005]  
• WO 2016087749 A1 [0004]