

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 901 639**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/32 (2006.01)
H01Q 1/52 (2006.01)
H01Q 5/378 (2015.01)
H01Q 9/40 (2006.01)
H01Q 9/42 (2006.01)
H01Q 21/28 (2006.01)
H04B 7/04 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.05.2019** **E 19173844 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.10.2021** **EP 3588674**

54 Título: **Sistema de antena de banda ancha doble para vehículos**

30 Prioridad:

29.06.2018 EP 18382488

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

23.03.2022

73 Titular/es:

ADVANCED AUTOMOTIVE ANTENNAS, S.L.U.
(100.0%)
Gran Via Carlos III, 98 5 Planta
08028 Barcelona, ES

72 Inventor/es:

FILATOV, EVGENII

74 Agente/Representante:

ROMERAL CABEZA, Ángel

ES 2 901 639 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

Sistema de antena de banda ancha doble para vehículos

5 **Objetivo de la invención**

La presente invención se refiere de manera general a antenas de banda ancha y de múltiples bandas, preferiblemente para usarse como antenas remotas o externas para vehículos.

10 Un objetivo de la invención es proporcionar un sistema de antena de banda ancha, de múltiples bandas y de alta eficiencia de dimensiones reducidas, que pueda caber dentro de un espacio confinado, por ejemplo, en el interior de un componente de un vehículo.

15 El sistema de antena de la invención está adaptado preferiblemente para funcionar en la red de comunicación de LTE y para proporcionar servicios de comunicación de 5G.

Antecedentes de la invención

20 Debido al gran tamaño de algunos dispositivos electrónicos, es difícil albergar un sistema de antena grande dentro de un espacio reducido. Por esta razón, muchos dispositivos de comunicación de vehículos de motor requieren antenas remotas (externas) para aumentar el rendimiento de una antena interna. En esta situación, resulta crítico que la dimensión de la antena externa sea lo más pequeña posible de modo que pueda caber en un espacio reducido dentro de un vehículo.

25 Otra ventaja de la antena externa con respecto a antenas internas es su rendimiento en cuanto a ruido electrónico. Las antenas internas deben obtener peor sensibilidad de todo el sistema ya que están más cerca de las fuentes de ruido electrónico (relojes, microprocesadores, etc.). Por tanto, en el caso de las antenas externas esta situación se mejora ya que pueden moverse fuera de estas fuentes de ruido.

30 Por ejemplo, las antenas de LTE requieren al mismo tiempo tanto una antena principal como una antena de diversidad. Sin embargo, estas dos antenas de LTE (principal y de diversidad) no pueden albergarse en el interior estrecho de una antena de aleta de tiburón, especialmente en la banda de frecuencia baja (700 MHz – 1 GHz), en la que la interferencia de señal es alta, y el nivel de la falta de correlación obtenido entre las antenas será escaso. Cuando se necesita más de una antena en un sistema móvil como LTE, las antenas deben tener la menor correlación posible entre sí.

35 Por otro lado, en las últimas tecnologías celulares, el número de antenas de telefonía que tienen que incluirse en el coche ha aumentado, así como el rendimiento requerido. Para sistemas de LTE, se usan normalmente 2 antenas. Para las últimas evoluciones de LTE y para la antena de 5G venidera, el número de antenas aumentará, requiriendo al menos 4 antenas de telefonía en los vehículos.

40 Sin embargo, el diseño de los vehículos es cada día más importante y, por tanto, las antenas tienen que estar ocultas y no pueden producir un impacto sobre el diseño externo del vehículo, por tanto se reduce el espacio disponible para las antenas.

45 En esta situación, también resulta crítico ser capaz de integrar 2 antenas en una única caja con espacio reducido con el fin de tener módulos de antena (con 2 antenas en cada módulo) lo que reduce el número de módulos de antena que el fabricante de vehículos tiene que instalar en un vehículo en la línea de producción.

50 Además, resulta difícil integrar una antena de LTE de múltiples bandas, de alta eficiencia, de baja VSWR en esta dimensión reducida.

55 La solicitud de patente de Corea KR 2016 0061770 A se refiere a un módulo de antena interno para un vehículo que puede contenerse fácilmente en un vehículo sin ocupar un gran espacio.

La patente estadounidense US 2006/227052 A1 se refiere a una antena de tipo monopolo para uso de banda ancha o múltiple para transmitir o recibir energía electromagnética de radiofrecuencia.

60 La solicitud de patente de Corea KR 2018 0025066 A divulga un sistema de antena para realizar conformación de haces teniendo una pluralidad de primeros elementos de antena de comunicación dispuestos para transmitir y recibir una primera señal según un primer sistema de comunicación.

65 La publicación PCT WO 2015/ 041768 A1 se refiere a un sistema de antena que incluye un plano de tierra y una primera y una segunda antenas. Un primer aislante está dispuesto entre la primera y antenas. Un segundo aislante se extiende hacia fuera desde el plano de tierra.

Por tanto, es deseable desarrollar un sistema de antena mejorado para un vehículo que tenga un tamaño reducido, ofrezca una alta eficiencia y un comportamiento de banda ancha. También sería deseable que el sistema de antena mejorado funcione en todas las bandas de frecuencia de LTE sin perder sus características de banda ancha y alta eficiencia en ninguna banda.

Sumario de la invención

La invención se define en la reivindicación independiente adjunta, y se refiere a una topología de antena que cumple los desafíos descritos anteriormente de la técnica anterior, proporcionando una topología de antena que comprende dos elementos radiantes que comparten un plano de tierra común que presenta un ancho de banda ancho y alta eficiencia, y que puede caber en un espacio reducido dentro de un vehículo. El efecto de tener dos elementos radiantes colocados sobre un plano de tierra común es que se aumenta el ancho de banda del sistema de antena global.

El sistema de antena comprende un primer y un segundo elementos radiantes colocados sobre una superficie superior del plano de tierra, y están plegados de tal manera que cada elemento radiante tiene una superficie vertical y una superficie horizontal.

Las superficies verticales de los dos elementos radiantes son sustancialmente ortogonales al plano de tierra y paralelas entre sí, y las superficies horizontales son sustancialmente coplanares entre sí y paralelas al plano de tierra.

El área de las superficies verticales se ensancha progresivamente desde los puntos de alimentación respectivos hacia las superficies horizontales respectivas. Preferiblemente, las superficies verticales tienen una forma triangular asimétrica, de tal manera que dos puertos de alimentación están conectados respectivamente entre un vértice de las superficies verticales y el plano de tierra.

Las superficies verticales conformadas como triángulos son elementos de monopolo que mejoran el ancho de banda global del sistema de antena, especialmente en el intervalo superior de la banda de funcionamiento del sistema de antena, es decir, frecuencias de desde varios GHz hasta 6 GHz.

Por otro lado, la configuración plegada de los elementos radiantes que tienen una superficie paralela al plano de tierra consigue el intervalo de frecuencia completo en una altura reducida de aproximadamente $\lambda/33$.

Además, los dos puertos de alimentación de elementos radiantes están colocados en una región interior del plano de tierra, con el fin de conseguir un patrón omnidireccional de la antena en toda la banda de funcionamiento.

Adicionalmente, el sistema de antena comprende un primer y un segundo elementos parásitos colocados sobre el plano de tierra y sustancialmente coplanares o paralelos a las superficies horizontales de los elementos radiantes. Cada elemento parásito está conectado con el plano de tierra y se extiende alrededor de uno de los elementos radiantes. Estos elementos parásitos realizan un ajuste fino del sistema de antena a la banda de frecuencia más baja, aproximadamente de 700 MHz.

El plano de tierra tiene un primer y un segundo bordes grandes opuestos y dos bordes cortos opuestos, y preferiblemente el plano de tierra tiene generalmente una forma rectangular. Las superficies verticales del primer y del segundo elementos radiantes están dispuestas transversalmente con respecto a los dos bordes grandes opuestos. Los dos puntos de alimentación están más cerca del primer borde grande que del plano de tierra.

Además, el primer y un segundo elementos parásitos tienen generalmente forma de L que tiene un segmento corto y un segmento grande, y las superficies horizontales de los elementos radiantes están colocadas entre el segmento grande de uno del elemento parásito y uno de los bordes cortos del plano de tierra.

El plano de tierra tiene un primer y un segundo recortes en los bordes cortos del plano de tierra, y están colocados debajo de una parte del elemento radiante. El efecto técnico de estos recortes, es que se consigue un patrón de radiación omnidireccional de la antena en toda la banda de funcionamiento.

Adicionalmente, el plano de tierra tiene una rendija que se extiende desde uno de los bordes grandes del plano de tierra y transversalmente al plano de tierra. Preferiblemente, la rendija es recta y más corta que los bordes cortos del plano de tierra. La rendija está colocada entre los dos elementos radiantes, de tal manera que esta disposición de la rendija en el plano de tierra aumenta el aislamiento entre los dos elementos radiantes del sistema de antena.

Preferiblemente, el primer y el segundo elementos radiantes y el primer y el segundo elementos parásitos, están configurados y dispuestos de tal manera que son una imagen especular uno del otro.

El plano de tierra puede implementarse como una capa conductora sobre una superficie de un sustrato (no conductor), como una placa de circuito impreso (PCB). En este caso, el sistema de antena puede incluir una antena de navegación por satélite (GNSS), unida a otra superficie no conductora de la PCB, de tal manera que el sustrato aísla la antena de GNSS de los elementos radiantes.

El sistema de antena de la invención está adaptado preferiblemente para funcionar al menos dentro de una banda de frecuencia de evolución a largo plazo (LTE) y para usarse como una antena remota para un vehículo de motor y para proporcionar servicios de comunicación de 5G.

A continuación se resumen algunas de las ventajas de la invención:

- los servicios de comunicación de LTE y 5G están integrados en un volumen reducido,
- no hay necesidad de una conexión a tierra para el vehículo, la propia antena está conectada a tierra;
- comportamiento de múltiples bandas;
- rendimiento de alta eficiencia;
- compatible para integrar una antena de navegación por satélite (GNSS), que incluye un amplificador-divisor para ser capaz de usar la señal de GNSS en varias ECU;
- geometría compacta, dimensiones máximas de aproximadamente $\lambda/5 \times \lambda/8 \times \lambda/33$, por tanto, puede integrarse en un espacio confinado (en el que λ es la longitud de onda a la frecuencia de funcionamiento más baja de la antena).

Breve descripción de los dibujos

De aquí en adelante se describen realizaciones preferidas de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una vista en perspectiva desde arriba de una realización preferida de un sistema de antena según la invención, en la que los dibujos A - C muestran varias longitudes medidas de varios componentes del sistema de antena.

La figura 2 muestra otras vistas de la realización preferida de la figura 1, en la que los dibujos A y B son vistas en planta desde abajo y el dibujo C es una vista en planta desde arriba.

La figura 3 muestra una gráfica correspondiente al acoplamiento del primer elemento radiante y segundos elementos radiantes.

La figura 4 muestra una gráfica correspondiente a la ganancia promedio lineal (LAG).

La figura 5 muestra otra representación de la ganancia promedio lineal (LAG).

Realización preferida de la invención

Las figuras 1 y 2 muestran una realización preferida del sistema (8) de antena de la invención, que comprende un primer y un segundo elementos (1, 2) radiantes y un plano (3) de tierra plano en común para los dos elementos (1, 2) radiantes. Los dos elementos (1, 2) radiantes están colocados sobre una cara superior del plano (3) de tierra, y dos puertos (4, 5) de alimentación del sistema de antena están conectados respectivamente entre los elementos (1, 2) radiantes y el plano (3) de tierra, por tanto, los elementos radiantes no están conectados directamente con el plano (3) de tierra.

Cada elemento (1, 2) radiante está plegado de tal manera que tiene una superficie (1a, 2a) vertical y una superficie (1b, 2b) horizontal, y en el que las superficies (1a, 2a) verticales de los dos elementos (1, 2) radiantes son ortogonales al plano (3) de tierra y paralelas entre sí. Adicionalmente, las superficies (1b, 2b) horizontales de los dos elementos (1, 2) radiantes comprenden un área rectangular, son coplanares entre sí y son paralelas al plano (3) de tierra. Preferiblemente, la longitud de las superficies (1b, 2b) horizontales es de aproximadamente $\lambda/10$ (véase la figura 1B).

El plano (3) de tierra es generalmente rectangular y, como tal, tiene dos bordes (3a, 3b) grandes opuestos y dos bordes (3c, 3d) cortos opuestos, y las superficies (1a, 2a) verticales del primer y el segundo elementos (1, 2) radiantes están dispuestas transversalmente con respecto a dos bordes (3a, 3b) grandes opuestos. Además, cada uno del primer y el segundo elementos (1, 2) radiantes está más cerca de los bordes cortos opuestos del plano (3) de tierra.

Con la disposición de componentes descrita anteriormente, el sistema (8) de antena configura en general un volumen de prisma rectangular cuyo lado más grande es de aproximadamente $\lambda/5$, es decir, de 77 mm a 700 MHz.

Teniendo en cuenta que la frecuencia de funcionamiento más baja es de 700 MHz y la velocidad de propagación de la onda a través del aire ($v = 3e8$ m/s), la longitud de onda de funcionamiento es ($\lambda = v/f = 3e8/700e6 = 428$ mm). Tal como se describe en la figura 1A, el sistema de antena puede estar encerrado en un alojamiento (no mostrado), con

dimensiones máximas de 77 x 57 x 13 mm o de aproximadamente $\lambda/5 \times \lambda/8 \times \lambda/33$.

El sistema (8) de antena comprende además un primer y un segundo elementos (6, 7) parásitos conectados con el plano (3) de tierra y sustancialmente coplanares con las superficies (1b, 2b) horizontales de los elementos (1, 2) radiantes y, por tanto, paralelos al plano de tierra, y que se extienden alrededor de uno de los elementos (1, 2) radiantes.

Cada elemento (6, 7) parásito tiene forma de L que tiene un segmento corto y un segmento grande, de tal manera que las superficies (1b, 2b) horizontales de los elementos (1, 2) radiantes están colocadas entre el segmento grande de uno del elemento (6, 7) parásito y uno de los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra. Preferiblemente, la longitud del segmento grande es de aproximadamente $\lambda/8$ y la longitud del segmento corto es de aproximadamente $\lambda/16$, tal como se muestra en la figura 1C.

Tal como se muestra en la figura 2C, el segmento grande de los elementos (6, 7) parásitos y los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra tienen sustancialmente la misma longitud.

Las superficies (1a, 2a) verticales son triangulares y los puertos (4, 5) de alimentación están conectados con uno de los vértices. Los puertos (4, 5) de alimentación están colocados en una región interior del plano (3) de tierra, en particular tal como se muestra en la figura 1B, los puertos (4, 5) de alimentación están colocados a una distancia (d_1) de aproximadamente $\lambda/43$ de uno de los bordes (3a, 3b) cortos del plano 3 de tierra.

El plano (3) de tierra tiene un primer y un segundo recortes (9, 10) cuadrados en los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra, de tal manera que cada recorte tiene tres bordes con una longitud de aproximadamente $\lambda/21$. Tal como se muestra en la figura 2A, los recortes (9, 10) están más cerca del segundo borde (3b) grande del plano (3) de tierra que del primer borde (3a) grande.

Además, el plano (3) de tierra tiene una rendija (11) que se extiende desde uno del segundo borde (3b) grande del plano (3) de tierra. La rendija (11) es recta con una longitud de aproximadamente $\lambda/9$, es decir, más corta que los bordes (3c, 3d) cortos, y está colocada transversalmente y recta en el centro del plano (3) de tierra tal como se muestra en la figura 2C.

El sistema (8) de antena es una estructura simétrica, de tal manera que el conjunto formado por los primeros elementos (1, 6) radiante y parásito, y el conjunto formado por los segundos elementos (2, 7) radiante y parásito, son una imagen especular uno del otro. Para esto, el primer y el segundo elementos (1, 2) radiantes están configurados y dispuestos de tal manera que son una imagen especular uno del otro y, de manera similar, el primer y el segundo elementos (6, 7) parásitos están configurados y dispuestos de tal manera que son una imagen especular uno de otro.

Con esta configuración, el sistema (8) de antena de la realización de la figura 1A puede caber dentro de un volumen de prisma rectangular con dimensiones de aproximadamente $\lambda/5 \times \lambda/8 \times \lambda/33$.

El plano (3) de tierra es una capa conductora formada en una de las caras de una PCB (13). Tal como se muestra en la figura 1C, el sistema (8) de antena comprende adicionalmente una antena (12) de parche de navegación por satélite (GNSS), unida a la otra cara (no conductora) de la PCB (13), de tal manera que el material de la PCB sirve para aislar eléctricamente la antena de GNSS de los elementos radiantes.

Sin embargo, en otras realizaciones preferidas, y con el fin de proporcionar una solución más compacta, la antena (12) de GNSS puede colocarse encima del plano (3) de tierra aislada de manera adecuada de los elementos radiantes.

El plano (3) de tierra puede implementarse como una placa de circuito impreso (PCB), que incluye un conjunto de circuitos de GNSS como: un amplificador, un filtro, acopladores, un divisor de GNSS (para proporcionar dos salidas), etc., sin afectar al rendimiento de la antena.

El efecto de tener la antena (12) de GNSS en la cara opuesta del plano (3) de tierra a la ubicación de los elementos (1, 2) radiantes es que el plano (3) de tierra aísla la antena de GNSS de los elementos (1, 2) radiantes.

Para aplicaciones en las que el alojamiento de antena puede hacerse más grande, puede proporcionarse un parche apilado de múltiples bandas o múltiples constelaciones de GNSS para cubrir varias bandas de frecuencia.

El sistema (8) de antena está diseñado para funcionar al menos dentro de una banda de frecuencia de evolución a largo plazo (LTE), en el que la frecuencia de funcionamiento más baja es de 700 MHz. Adicionalmente, el sistema de antena está adaptado además para proporcionar servicios de comunicación de 5G.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (8) de antena doble para vehículos, comprendiendo el sistema (8) de antena un primer y un segundo elementos (1, 2) radiantes y un plano (3) de tierra sustancialmente plano en común para los dos elementos (1, 2) radiantes,
5
en el que los dos elementos (1, 2) radiantes están colocados sobre una superficie superior del plano (3) de tierra, y en el que cada elemento (1, 2) radiante está plegado de tal manera que cada elemento (1, 2) radiante tiene una superficie (1a, 2a) vertical y una superficie (1b, 2b) horizontal,
10
en el que las superficies (1a, 2a) verticales de los dos elementos (1, 2) radiantes son sustancialmente ortogonales al plano (3) de tierra y paralelas entre sí,
en el que las superficies (1b, 2b) horizontales de los dos elementos (1, 2) radiantes son sustancialmente coplanares entre sí y paralelas al plano (3) de tierra,
15
y en el que el sistema (8) de antena comprende además dos puertos (4, 5) de alimentación conectados respectivamente entre las superficies (1a, 2a) verticales de los elementos (1, 2) radiantes y el plano (3) de tierra,
20
y en el que el sistema (8) de antena comprende además un primer y un segundo elementos (6, 7) parásitos conectados con el plano (3) de tierra y sustancialmente coplanares o paralelos a las superficies (1b, 2b) horizontales de los elementos (1, 2) radiantes,
25
y en el que el primer y el segundo elementos (6, 7) parásitos están colocados sobre el plano (3) de tierra y se extienden, respectivamente, alrededor del primer y el segundo elementos (1, 2) radiantes, en el que
el plano (3) de tierra tiene un primer y un segundo bordes (3a, 3b) grandes opuestos y dos bordes (3c, 3d) cortos opuestos,
30
en el que el primer y un segundo elementos (6, 7) parásitos tienen forma de L que tiene un segmento corto y un segmento grande, y en el que la superficie (1b) horizontal del primer elemento (1) radiante está colocada entre el segmento grande del primer elemento (6) parásito y uno de los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra, y la superficie (2b) horizontal del segundo elemento (2) radiante está colocada entre el segmento grande del segundo elemento (7) parásito y el otro de los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra.
35
2. Sistema de antena según la reivindicación 1, en el que el área de las superficies (1a, 2a) verticales se ensancha progresivamente desde los puertos (4, 5) de alimentación respectivos hacia las superficies (1b, 2b) horizontales respectivas.
40
3. Sistema de antena según la reivindicación 2, en el que las superficies (1a, 2a) verticales tienen generalmente una forma triangular que tiene un vértice conectado respectivamente al primer y al segundo puertos (4, 5) de alimentación.
45
4. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las superficies (1a, 2a) verticales del primer y del segundo elementos (1, 2) radiantes están dispuestas transversalmente con respecto a los dos bordes (3a, 3b) grandes opuestos.
50
5. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los dos puertos (4, 5) de alimentación están más cerca del primer borde (3a) grande del plano (3) de tierra que del segundo borde (3b) grande.
55
6. Sistema de antena según la reivindicación 1, en el que los segmentos grandes de los elementos (6, 7) parásitos y los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra tienen sustancialmente la misma longitud.
7. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada una de las superficies (1b, 2b) horizontales comprende un área rectangular.
60
8. Sistema de antena según la reivindicación 1, en el que el plano (3) de tierra tiene un primer y un segundo recortes (9, 10) en los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra y están colocados debajo de los elementos (1, 2) radiantes, y en el que estos dos recortes (9, 10) están más cerca del segundo borde (3b) grande del plano (3) de tierra que del primer borde (3a) grande.
65
9. Sistema de antena según la reivindicación 1, en el que el plano (3) de tierra tiene una rendija (11) que se extiende desde uno de los bordes grandes del plano (3) de tierra, y en el que la rendija (11) es más corta que los bordes (3c, 3d) cortos del plano (3) de tierra, y en el que la rendija está colocada entre el primer y el

segundo elementos radiantes.

- 5 10. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer y el segundo elementos (1, 2) radiantes están configurados y dispuestos de tal manera que son una imagen especular uno del otro, y en el que el primer y el segundo elementos (6, 7) parásitos están configurados y dispuestos de tal manera que son una imagen especular uno del otro.
- 10 11. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un sustrato (13) no conductor y una antena (12) de navegación por satélite, GNSS, en el que el plano (3) de tierra está formado en una superficie del sustrato (13) y la antena (12) de navegación por satélite, GNSS, está unida a la otra superficie del sustrato (13).
- 15 12. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema de antena cabe dentro de un volumen de prisma rectangular cuyo lado más grande tiene aproximadamente $\lambda/5$ de longitud, en el que λ es la longitud de onda a la frecuencia de funcionamiento más baja de la antena.
13. Sistema de antena según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, adaptado además para proporcionar servicios de comunicación de 5G.

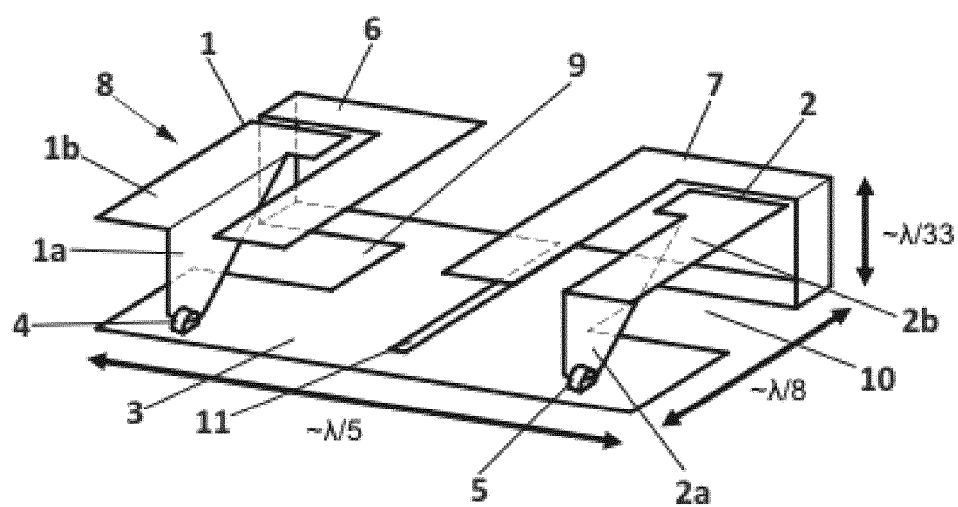


FIG. 1A

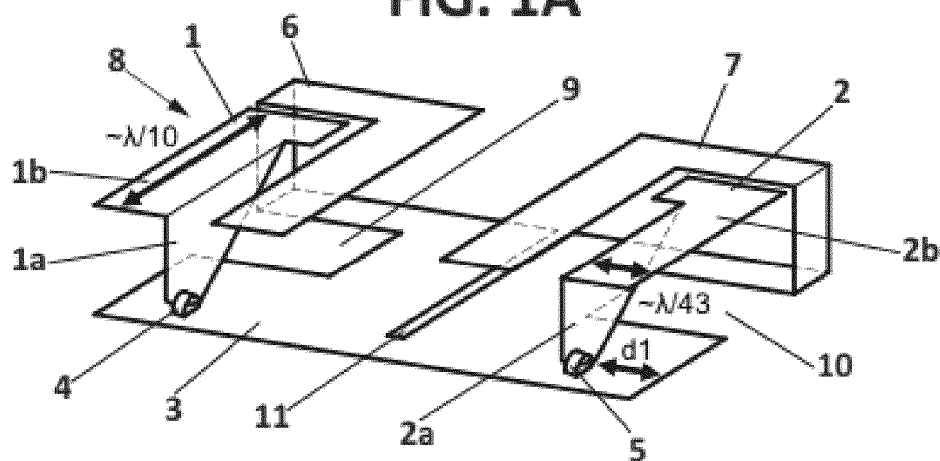


FIG. 1B

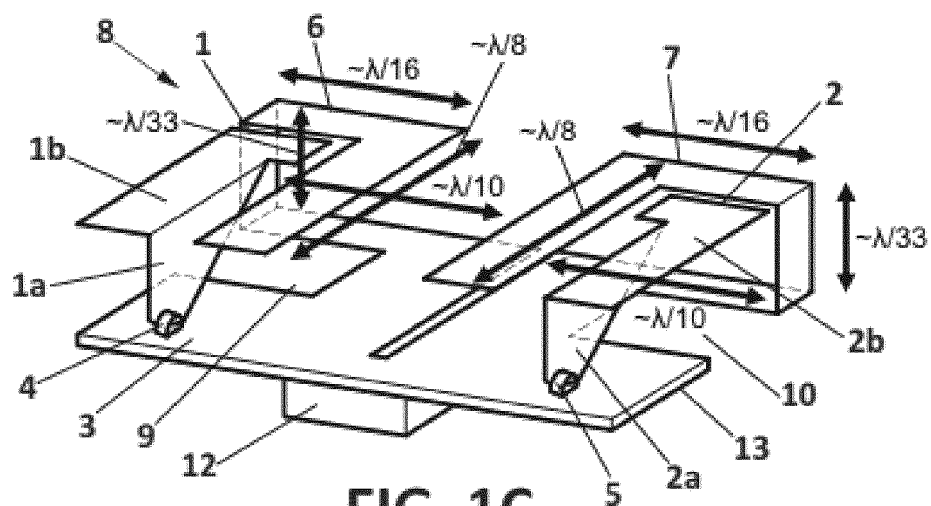


FIG. 1C

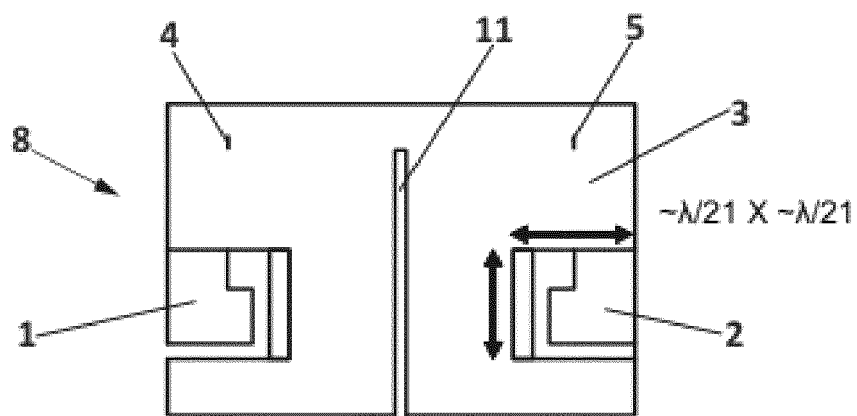


FIG. 2A

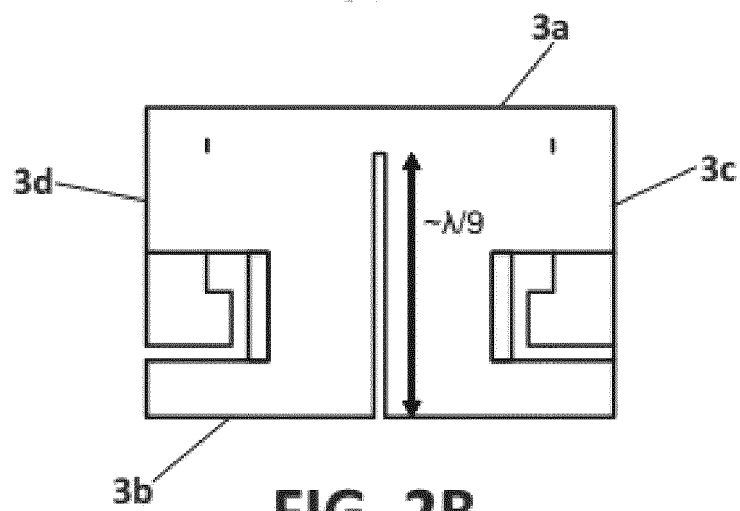


FIG. 2B

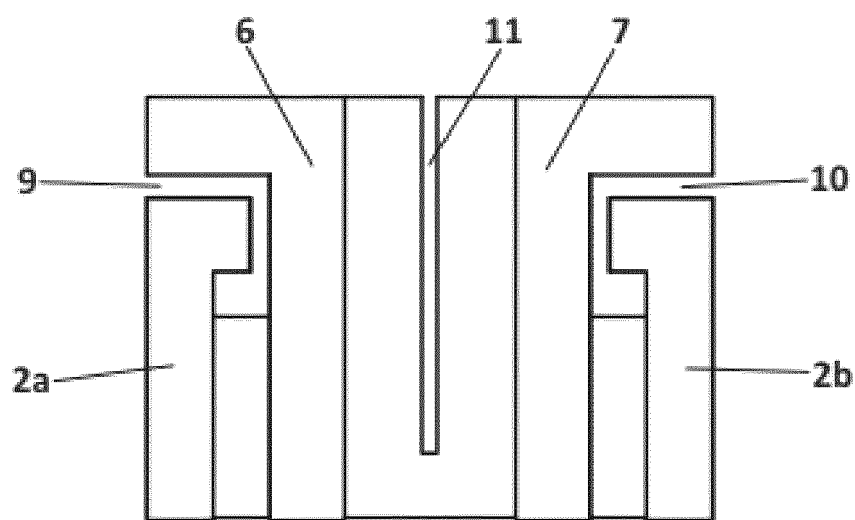


FIG. 2C

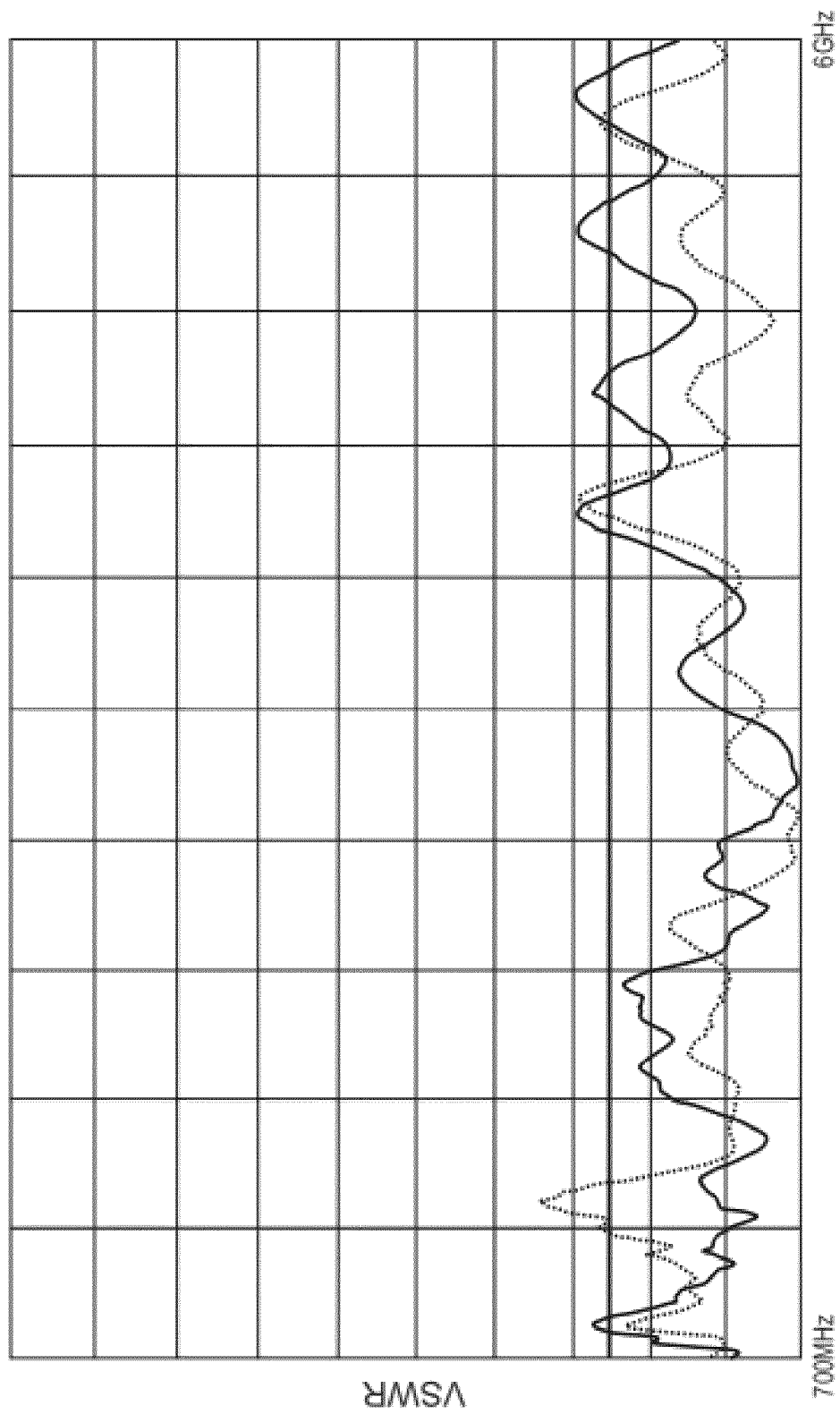


FIG. 3

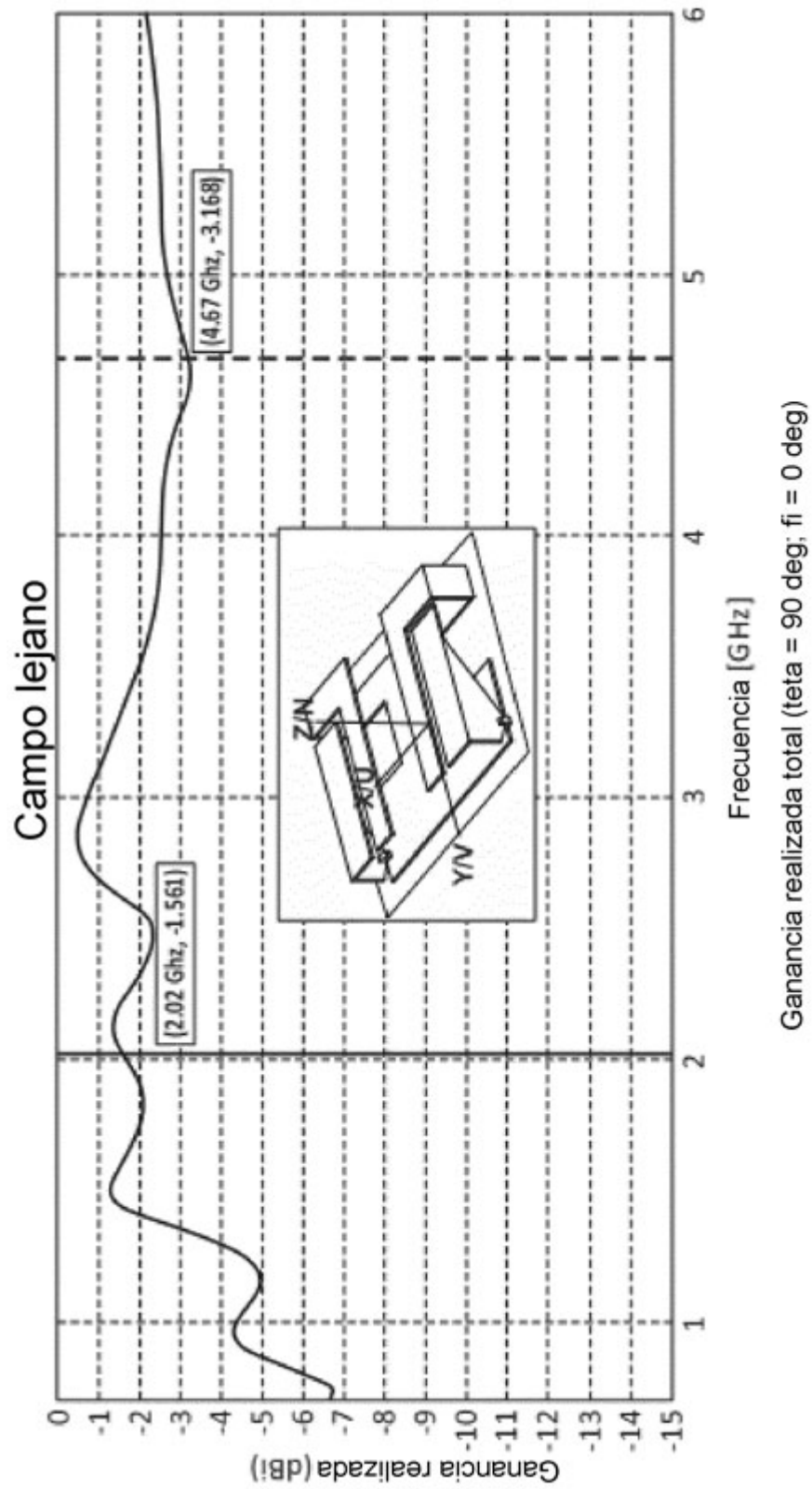


FIG. 4

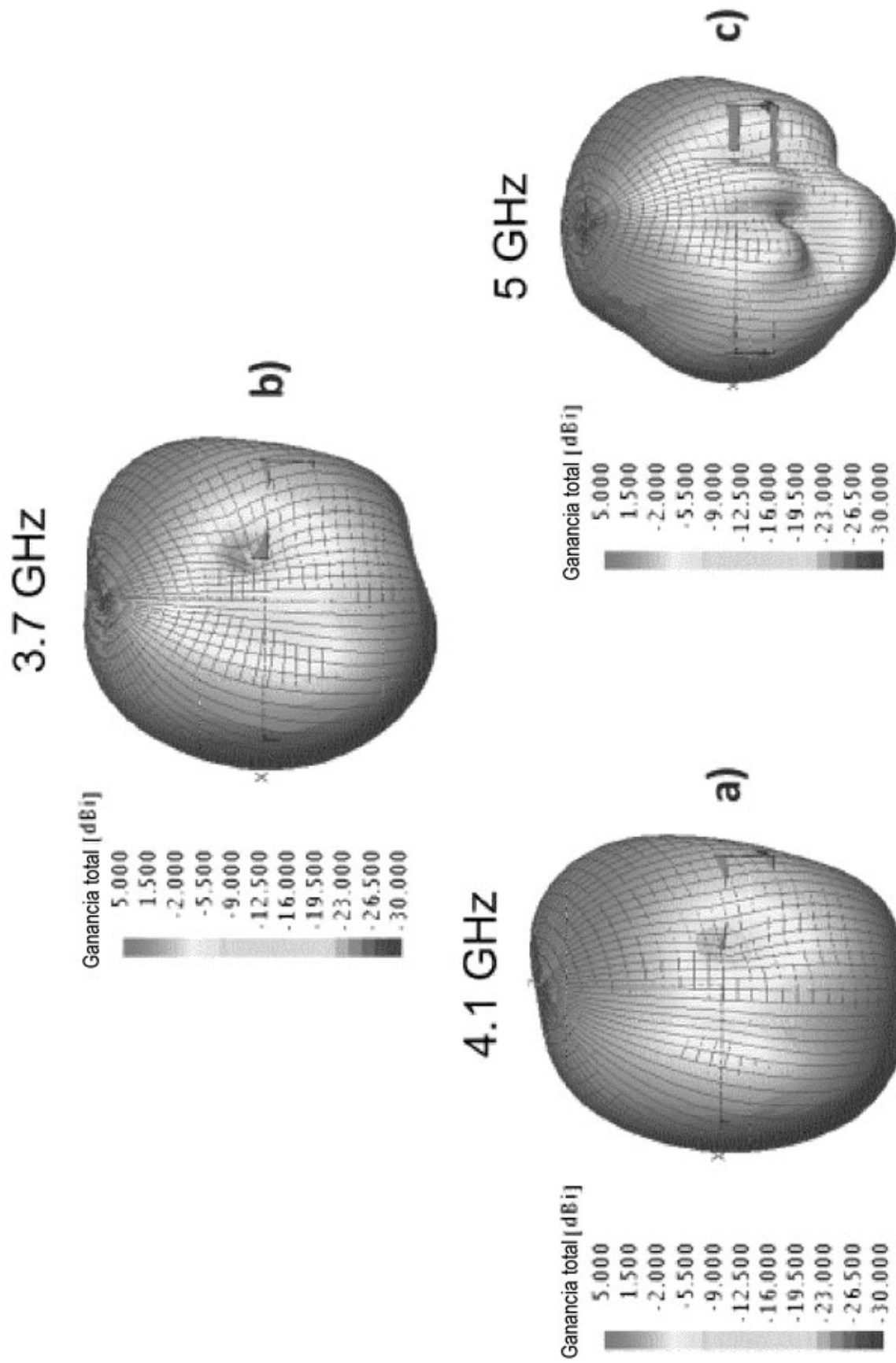


FIG. 5