

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 933 998**

51 Int. Cl.:

**H01Q 1/38** (2006.01)

**H01Q 1/48** (2006.01)

**H01Q 9/27** (2006.01)

**H01Q 15/00** (2006.01)

**H01P 5/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2017 PCT/EP2017/071617**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018 WO18041809**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2017 E 17771668 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.11.2022 EP 3504751**

54 Título: **Una antena multibanda circularmente polarizada**

30 Prioridad:

**29.08.2016 EP 16186171**

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

**15.02.2023**

73 Titular/es:

**ARRALIS HOLDINGS LIMITED (100.0%)  
Suite 1203, 12/F Wing On House 71 Des Voeux  
Road  
Central, HK**

72 Inventor/es:

**CHRISTIE, STEVEN y  
HUMPHREY, DENVER**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 933 998 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

Una antena multibanda circularmente polarizada

5 **Campo**

La presente invención se refiere a una antena circularmente polarizada (CP) de bajo tamaño, peso y potencia (SWaP). Más particularmente, la invención se refiere a una antena circularmente polarizada de bajo SWaP, adecuada para comunicaciones multibanda, para aplicaciones tales como sistemas globales de navegación por satélite (GNSS).

10

**Antecedentes**

Las antenas de bajo tamaño, peso y potencia (SWaP) son beneficiosas para muchas aplicaciones, tales como por ejemplo en dispositivos móviles o portátiles. Las antenas circularmente polarizadas (CP) son necesarias para las comunicaciones entre satélites y sistemas terrestres, con el fin de superar la rotación de Faraday, en donde se hace rotar el vector de campo eléctrico de una señal a medida que se propaga a través de la ionosfera.

15

20

Un tipo de antena CP es una antena en espiral. En la figura 1 se muestra una antena en espiral convencional. Consiste en dos brazos en espiral, que están excitados en antifase (diferencia de fase eléctrica de  $180^\circ$ ) en sus terminaciones interiores. La geometría de los brazos en espiral puede describirse mediante muchas expresiones matemáticas diferentes, tales como la espiral de Arquímedes (como se muestra en la figura 1), la espiral equiangular, la espiral serpenteante u otras formas espirales arbitrarias. Sin embargo, el principio por el que se emite la radiación sigue siendo el mismo independientemente de la geometría. Cuando la circunferencia de la antena es mucho más pequeña que la longitud de onda, la antena actúa de manera similar a una línea de transmisión gemela y cualquier radiación procedente de los dos brazos se cancela debido a su fase. La radiación se produce a una determinada frecuencia,  $F_r$ , cuando la longitud de la trayectoria del punto A al punto B en el mismo brazo espiral es igual a la mitad de la longitud de onda guía,  $\lambda_g/2$ , lo que produce un retraso de fase eléctrico adicional de  $180^\circ$  en el punto B con respecto al punto A. Los puntos A y A' están ubicados simétricamente en brazos opuestos. Por lo tanto, la corriente en estos puntos está en antifase, ya que las longitudes de las trayectorias a estos puntos desde los centros de los brazos son iguales. Esto significa que a la frecuencia  $F_r$ , las corrientes en los puntos vecinos A' y B de los brazos adyacentes están en la misma fase (y lo mismo en los puntos A y B') y, por lo tanto, la radiación de cada uno de los dos brazos se suma en fase. La región activa de la antena, desde la que se irradia fuertemente, es por lo tanto un anillo de circunferencia  $\lambda_g$  o radio  $\lambda_g/2\pi$ . La antena emite radiación circularmente polarizada desde esta región activa, debido a que los campos rotan y tienen un retraso de fase de  $90^\circ$  adicionales a lo largo de cada cambio de etapa de  $90^\circ$  en el ángulo relativo al centro del anillo, como se muestra en la figura 2. La figura 3 muestra cómo la radiación de dicha antena se emite bidireccionalmente, produciendo un lóbulo frontal y un lóbulo trasero. Debido a su geometría, la antena en espiral puede satisfacer esta condición para la radiación en anchos de banda amplios, y la radiación a frecuencias más bajas se emite desde más lejos en los brazos en espiral.

25

30

35

40

Las antenas en espiral portátiles y de montaje en superficie necesitan aislamiento eléctrico entre su lado trasero y la superficie de montaje. Este aislamiento eléctrico es necesario para evitar los efectos de 'contacto' tales como los cortocircuitos, por los que la proximidad de la antena a un metal o a un objeto de alta permitividad (tal como el cuerpo o la cabeza de una persona) destruiría de otro modo el patrón de radiación de la antena y las características de pérdida de retorno. El aislamiento eléctrico se logra, en general, usando un reflector de plano de tierra o un elemento absorbente.

45

50

En el caso de un reflector de plano de tierra, se coloca una superficie conductora plana debajo de la antena con una separación de entrehierro de  $\lambda_0/4$  a la frecuencia de operación, como se muestra en la figura 4. El lóbulo trasero de antena llega al reflector con un retraso de fase eléctrico de  $90^\circ$  debido a la separación  $\lambda_0/4$ . El campo E incidente es tangencial a la superficie del conductor, y esto da lugar a una señal reflejada con un campo E que tiene una fase relativa de  $180^\circ$ . La longitud de trayectoria de  $\lambda_0/4$  proporciona un retraso de fase eléctrico adicional de  $90^\circ$ , lo que produce un retraso de fase total de  $360^\circ$ , lo que significa que el lóbulo trasero reflejado llega en fase con el lóbulo frontal. Esto aumenta la ganancia de antena en 3 dB a la frecuencia operativa, pero limita el ancho de banda sobre el que la antena emite radiación CP y conduce a dispositivos gruesos a bajas frecuencias, donde  $\lambda_0$  es larga. Se apreciará que esto no es deseable, ya que uno de los beneficios de las antenas en espiral es su ancho de banda amplio.

55

60

Cuando se coloca un elemento absorbente en la parte trasera de la antena, la radiación del lóbulo trasero se absorbe, proporcionando aislamiento eléctrico y manteniendo un ancho de banda amplio. Sin embargo, este enfoque tiene el inconveniente de perder la mitad de la potencia radiada. También requiere un dispositivo grueso de espesor mínimo de aproximadamente  $\lambda_0/14$ , ya que colocar el elemento absorbente demasiado cerca hace que se absorban los campos entre los brazos en espiral, impidiendo que la antena emita una radiación eficiente.

65

Un enfoque alternativo más reciente es usar una superficie de impedancia alta (HIS) en lugar del reflector de plano de tierra. Existen diversas topologías HIS. Una topología de este tipo se desvela en la patente de Estados Unidos N.º US 6.384.797. Como se muestra en la figura 5, esta topología consiste en una serie periódica de elementos resonantes conductores, tales como parches o ranuras, sobre un plano de tierra conductor. Los elementos resonantes pueden o

no estar conectados al plano de tierra mediante vías metálicas. Además, la HIS puede o no emplear materiales dieléctricos entre las dos capas conductoras. La antena en espiral está separada, en general, de la HIS por un entrehierro, pero la antena puede emplear un espacio de material dieléctrico.

5 La operación es similar a la de un reflector de plano de tierra, con el plano de tierra de HIS reflejando el lóbulo trasero de antena en la dirección de avance. Sin embargo, el diseño del elemento resonante HIS, la separación de plano de tierra y el material dieléctrico permiten controlar la fase de la señal reflejada desde el plano de tierra de HIS. Esto permite colocar la antena mucho más cerca de la HIS que la separación  $\lambda_0/4$  de un reflector conductor estándar. En una implementación conocida, se ha logrado una separación entre la antena y el plano de tierra de HIS tan baja como  
10  $\lambda_0/12$ . Sin embargo, una desventaja de usar una celda de unidad de resonador de HIS es que solo proporciona una solución de banda estrecha. Se sabe que el ancho de banda inherentemente estrecho es proporcional al espesor y la permitividad del material dieléctrico. Por lo tanto, el ancho de banda puede aumentarse aumentando el espesor del dieléctrico y eligiendo un dieléctrico con una permitividad alta. Sin embargo, esto no es deseable cuando el objetivo es un dispositivo pequeño y ligero. También puede ser poco práctico debido a que los espesores disponibles de los materiales dieléctricos son demasiado delgados. Para proporcionar una solución multibanda, también se sabe proporcionar una topología HIS anidada, que consiste en colocar elementos resonantes de HIS más pequeños hacia el centro de la antena, con elementos más grandes en el exterior, con el fin de proporcionar la operación en distintas regiones activas, como se muestra en la figura 6. En una configuración de este tipo, una región de elementos reflectantes de una frecuencia más alta se ubica debajo del área activa correspondiente de la antena a esta frecuencia  
15 más alta y una segunda región de elementos reflectantes de una frecuencia más baja se alinea alrededor de esta región, debajo del área activa correspondiente de la antena a esta frecuencia más baja.

La publicación de patente de Estados Unidos N.º US 2010/039343 describe una topología HIS anidada de este tipo. El presente documento desvela un reflector de antena para una antena de cable plano con polarización circular donde el reflector tiene una estructura de banda prohibida electromagnética y comprende un conductor de tierra que tiene una pluralidad de primeros elementos de parche que tienen características de resonancia de una primera banda de frecuencia colocados a una distancia dada del conductor de tierra y una pluralidad de segundos elementos de parche que tienen características de resonancia de una segunda banda de frecuencia alineados alrededor de los primeros elementos de parche, donde la primera banda de frecuencia es más alta que la segunda banda de frecuencia. Sin embargo, esta implementación de encerrar una primera región del reflector que tiene elementos de parche de una primera banda de frecuencia mediante una segunda región del reflector que tiene elementos de parche de una segunda banda de frecuencia más baja adolece del inconveniente de que solo puede operar en bandas de frecuencia que estén bien separadas en frecuencia (normalmente múltiplos tales como 3 GHz, 6 GHz, 9 GHz). La separación demostrada más cercana de dos bandas de frecuencia en esta implementación actualmente es de una diferencia del  
20 35 %.

La publicación de patente de Estados Unidos N.º US 2013/249762 desvela una antena que comprende una espiral y un reflector que comprende una estructura híbrida que comprende una primera región de reflexión y una segunda región de reflexión. La primera región de reflexión es una región reflectora conductora estándar que comprende un plano eléctricamente conductor dispuesto a una distancia de la antena igual a un cuarto de la longitud de onda media de la radiación que refleja, mientras que la segunda región de reflexión comprende un reflector tipo HIS (AMC). La primera región de reflexión está diseñada para reflejar una primera subbanda de frecuencias, mientras que la segunda región de reflexión está diseñada para reflejar una segunda subbanda de frecuencias de frecuencias más bajas que las de la primera subbanda de frecuencias. De manera similar a la disposición de la publicación de patente de Estados Unidos N.º US 2010/039343, la región reflectora de tipo AMC está alineada alrededor de la región reflectora conductora estándar.

Sin embargo, se apreciará que esta estructura de antena híbrida adolece del inconveniente asociado al uso de un reflector conductor estándar, ya que requiere una separación entre la antena y el reflector de  $\lambda_0/4$  en la subbanda de frecuencias más alta.

Mélusine Pigeon et al., desvelan "A Dual-band High Impedance Surface mounted with a spiral antenna for GNSS applications" en Antenas and Propagación en comunicaciones inalámbricas (AWPC), 2011 Conferencia temática IEEE-APS, IEEE, 12 de septiembre de 2011, páginas 994- 997.

Es un objetivo de la presente invención proporcionar una antena multibanda CP SwaP que supere al menos uno de los problemas mencionados anteriormente.

## Sumario

60 La presente invención proporciona una antena multibanda CP de bajo SWaP que puede operar en dos intervalos de frecuencia distintos que están estrechamente separados en frecuencia, proporcionando de este modo una operación en dos o más bandas de frecuencia asignadas distintas, que están estrechamente separadas en frecuencia. El dispositivo utiliza un innovador plano de tierra de superficie de impedancia alta (HIS) en la parte inferior de una antena en espiral, que proporciona aislamiento eléctrico de las superficies de montaje. Por lo tanto, este dispositivo es adecuado para aplicaciones montadas en cuerpo o en vehículos.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona, como se establece en las reivindicaciones adjuntas, un dispositivo de antena de polarización circular CP para GNSS multibanda como se define en la reivindicación 1 adjunta. Las características preferentes se establecen en las reivindicaciones dependientes.

## 5 Breve descripción de los dibujos

La invención se entenderá más claramente a partir de la siguiente descripción de una realización de la misma, dada a modo de ejemplo únicamente, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 10 La figura 1 muestra una estructura típica de una antena en espiral convencional;  
 la figura 2 muestra la región activa de la antena en espiral de la figura 1;  
 la figura 3 muestra el patrón de radiación bidireccional de la antena de la figura 1;  
 la figura 4 muestra el efecto de fase de usar un reflector de plano de tierra convencional junto con una antena en  
 15 espiral;  
 la figura 5 muestra la estructura de una topología de superficie de impedancia alta conocida de una antena;  
 la figura 6 muestra la estructura de otra topología de superficie de impedancia alta conocida de una antena que  
 incorpora elementos resonantes anidados;  
 la figura 7 muestra una realización de la topología HIS de la antena de la presente invención;  
 la figura 8 muestra una realización de la presente invención en donde la antena tiene una topología en espiral  
 20 serpenteante e incorpora adaptación de impedancia resistiva;  
 la figura 9 muestra un balón que puede incorporarse a la antena de la presente invención por debajo de la superficie  
 de impedancia alta, con el fin de proporcionar una adaptación de 50  $\Omega$  de banda ancha;  
 la figura 10 muestra una vista en perspectiva de la antena de la presente invención; y la figura 11 muestra dos  
 25 intervalos de frecuencia en los que la antena proporciona polarización circular, lo que puede cubrir múltiples bandas  
 de frecuencia asignadas.

## Descripción detallada de los dibujos

- 30 La presente invención se explicará ahora con la ayuda de las figuras 7 a 11 adjuntas. Comprende una antena CP que  
 comprende una antena en espiral 5 y una HIS 10. La HIS 10 comprende dos regiones distintas, cada región provista  
 de al menos un elemento resonante. El tamaño de los elementos resonantes en cada una de las dos regiones es  
 diferente, como se ilustra en la figura 7. Esto da como resultado que los elementos resonantes en cada región tengan  
 35 diferentes frecuencias resonantes. Por lo tanto, los elementos resonantes de la primera región 15 tienen una primera  
 frecuencia resonante en la que la fase eléctrica de una señal electromagnética reflejada es de 360° (o un múltiplo de  
 $n \times 360^\circ$ , donde  $n$  es un valor entero) y los elementos resonantes de la segunda región 20 tienen una segunda  
 frecuencia resonante en la que la fase eléctrica de una señal electromagnética reflejada es de 360° (o un múltiplo de  
 $n \times 360^\circ$ , donde  $n$  es un valor entero). En la realización preferente de la invención, la HIS 10 comprende un sustrato  
 que comprende una capa conductora y un plano de tierra, comprendiendo la capa conductora dos matrices periódicas  
 40 de elementos de parche resonante conductor 25, que están conectados al plano de tierra conductor común mediante  
 vías conductoras. Se acopla un material dieléctrico entre la capa conductora y el plano de tierra. Puede usarse  
 cualquier material dieléctrico adecuado, como teflón, alúmina, cerámica o un material a base de cuarzo.

- Como cada región o la mitad de la HIS 10 usa un resonador independiente, la antena de la presente invención puede  
 45 funcionar en dos intervalos de frecuencia distintos. Cada resonador corresponde a una única frecuencia en la que la  
 reflexión está en fase con el lóbulo frontal de antena, dando teóricamente una relación axial de 0 dB. Existe un intervalo  
 de frecuencias por encima y por debajo de esta frecuencia en la que se produce una radiación elípticamente polarizada  
 que tiene una relación axial  $> 0$  dB, pero que puede ser adecuadamente baja para los requisitos del sistema (por  
 ejemplo, en muchos sistemas una relación axial de  $< 3$  dB se considera aceptable como polarización circular). Dentro  
 50 de estos dos intervalos de frecuencia, pueden ajustarse dos o más bandas de frecuencia asignadas. En la realización  
 de la figura 11, cada intervalo de frecuencia comprende dos bandas. Además, los dos intervalos de frecuencia pueden  
 estar separados más estrechamente en frecuencia que la separación de frecuencia alcanzable a través de una antena  
 en espiral que usa una topología HIS anidada (tal como la descrita en la sección de antecedentes de la invención).  
 Esto se debe a que, para frecuencias estrechamente separadas, las regiones activas de la espiral pueden  
 55 superponerse. Cuando se usa una HIS anidado, los elementos resonantes no pueden superponerse o ser de un  
 tamaño muy similar, debido a que los elementos resonantes de la segunda frecuencia están rodeados por los  
 elementos resonantes de la primera frecuencia, como se muestra en la figura 6. Por el contrario, debido a la estructura  
 de la presente invención donde la HIS utiliza dos regiones separadas, la antena irradia desde la mitad de la región  
 activa para la primera frecuencia y desde la mitad opuesta para la segunda frecuencia.

- 60 Por lo tanto, las dos regiones espirales activas pueden ubicarse estrechamente sin necesidad de que los elementos  
 HIS se superpongan. De hecho, la estructura de la presente antena permite conseguir relaciones de frecuencias tan  
 bajas como 1:1,2 o incluso inferiores.

- 65 Durante la operación, en el primer intervalo de frecuencia, la radiación del lóbulo trasero de la región o la mitad de la  
 antena 5 ubicada adyacente a la primera región 15 de la HIS 10 se refleja en fase y se suma constructivamente con  
 el lóbulo frontal. Debido al hecho de que la segunda región 20 está configurada para operar en el segundo intervalo

de frecuencia, actúa de manera similar a un reflector conductor estándar con una separación mucho menor que  $\lambda_0/4$  en el primer intervalo de frecuencias, y la radiación del lóbulo trasero emitida en el primer intervalo de frecuencias se refleja aproximadamente en antifase y se suma destructivamente con la radiación del lóbulo frontal emitida en esta región. El efecto neto es que aproximadamente la mitad de la radiación total del lóbulo frontal y trasero en el primer intervalo de frecuencia se suma constructivamente y se irradia al espacio libre en el lóbulo frontal, sin que se emita radiación en la dirección del lóbulo trasero. La operación del segundo intervalo de frecuencia es el inverso, de tal manera que de nuevo aproximadamente la mitad de la radiación se emite al espacio libre en el lóbulo frontal y no se emite nada de la radiación en la dirección del lóbulo trasero. Por lo tanto, esta disposición permite obtener una radiación del lóbulo frontal con buenas propiedades de polarización circular para dos intervalos de frecuencia estrechamente separados, usando una antena muy delgada que tiene un plano de tierra (por ejemplo, un espesor de  $0,033 \lambda$ ), y que también es adecuada para su montaje en superficie.

Debería entenderse que las mitades o regiones primera y segunda no necesitan ser del mismo tamaño o del mismo espesor. Debería entenderse además que la línea a lo largo de la cual la capa conductora de la HIS se divide en dos mitades puede estar desplazada de la línea central de la antena.

Además, aumentando la constante dieléctrica y/o el espesor del sustrato, las dos bandas separadas pueden hacerse para proporcionar cobertura en un intervalo de frecuencia más amplio. A este respecto, debería entenderse que, si bien la antena seguiría operando en dos intervalos de frecuencia distintos, al ampliar sus anchos de banda, la antena puede proporcionar cobertura en un mayor número de asignaciones de múltiples bandas de frecuencia.

Al aumentar las dimensiones de la propia antena en espiral, también puede aumentarse el ancho de banda de operación de la antena. En este caso, la HIS de la presente invención con dos regiones, mostrada en la figura 10, podría aplicarse al enfoque HIS anidado mostrado en la figura 6, por lo que cada una de las regiones anidadas se dividiría en dos mitades o regiones separadas, proporcionando 4 regiones HIS totales, proporcionando radiación CP en 4 intervalos de frecuencia separados. Además, este enfoque podría aplicarse a múltiples (más de dos) regiones anidadas, dando una pluralidad de intervalos de frecuencia de operación.

En la realización descrita de la invención mostrada en la figura 7, los elementos resonantes 25 de HIS son parches cuadrados. Sin embargo, estos elementos resonantes 25 pueden ser igualmente de varios tipos diferentes de formas o tamaños, tales como hexágonos, espirales, cruces o ranuras. El tamaño de los elementos resonantes proporcionados en cada región depende de factores físicos. Estos incluyen la frecuencia de diseño, la permitividad y el espesor del material dieléctrico y el modo de operación.

Aunque en la realización descrita de la invención se proporciona un sustrato dieléctrico entre las dos capas conductoras, se apreciará que en una realización alternativa de la invención no se proporciona un sustrato dieléctrico. De manera similar, en una realización alternativa de la invención, no se proporcionan vías para conectar las dos capas conductoras de la HIS.

En una realización de la invención, la ganancia de la antena es pasiva. Esto significa que la ganancia se logra sin el uso de un amplificador, a través de la antena enfocando la potencia.

Por lo general, se encuentra que cuando una antena en espiral se coloca muy cerca de una HIS (por ejemplo,  $< \lambda_0/12$  aparte), la HIS carga la antena, dando lugar a reflexiones desde el extremo de los brazos de antena en espiral. Esto, a su vez, conduce a un rendimiento de polarización circular deficiente (relación axial alta) y una VSWR de antena alta. De acuerdo con una realización de la invención, estas reflexiones pueden reducirse usando una carga resistiva conectada desde el extremo de los brazos de antena al plano de tierra de la HIS a través de unas vías, como se ilustra en la figura 8. Usando un dieléctrico con permitividad relativa  $>1$  en lugar de un entrehierro o un núcleo de espuma entre la antena en espiral y la HIS, también puede mantenerse el espesor eléctrico del espacio mientras se reduce el espesor físico. Esto puede aplicarse para reducir el espesor del dispositivo. La combinación de estas técnicas permite que la antena de la presente invención opere con espesores tan bajos como  $\lambda_0/30$ , en función de la frecuencia/longitud de onda de operación deseada. También mejora el rendimiento de la calidad de radiación.

La antena en espiral puede ser de cualquier geometría conocida, incluida una geometría serpenteante. Se apreciará que esta geometría reduce el área superficial de la antena en espiral, como se muestra en la figura 8.

En otra realización del dispositivo, puede incorporarse a la antena un circuito de adaptación de banda ancha. La figura 9 muestra una implementación de este tipo, donde un balún (conector de circuito balanceado a circuito no balanceado) en la forma de un balún marchand 30 se coloca debajo de la superficie de impedancia alta con el fin de proporcionar una adaptación de  $50 \Omega$  de banda ancha. Esto puede implementarse sumando capas adicionales de circuitería en la parte inferior del plano de tierra de HIS, que se alimentan en una entrada no balanceada (por ejemplo, usando un conector SMA) y están conectadas al centro de los brazos en espiral de la antena en la salida balanceada.

La antena en espiral de la presente invención tiene numerosas ventajas sobre las antenas en espiral existentes donde se requiere radiación circularmente polarizada unidireccional y aislamiento eléctrico.

5 En primer lugar, dividir la superficie de impedancia alta en dos regiones o mitades permite que los dos intervalos de frecuencia distintos estén separados más estrechamente entre sí de lo que es posible con las antenas en espiral circularmente polarizadas multibanda existentes, tales como las que usan superficies de alta impedancia anidadas. Esto hace que la antena sea adecuada para sistemas como GNSS multibanda, que tienen bordes de banda de frecuencia asignados tan estrechamente separados como un 2 % en frecuencia.

10 Una ventaja adicional de la antena de la presente invención es que su peso y dimensiones pueden hacerse más pequeños de lo que es posible con una antena en espiral usada junto con un elemento absorbente o una antena en espiral usada junto con un reflector de tierra. Además, la antena proporciona un ancho de banda mejorado con respecto a una antena en espiral usada junto con un reflector de tierra.

15 La presente invención también es muy adecuada para su uso con antenas en espiral serpenteantes, donde se superponen las regiones activas de diferentes bandas de frecuencia debido a las alturas de los serpenteos, lo que hace que los métodos convencionales de las superficies multibanda de alta impedancia sean especialmente difíciles para aplicaciones que requieren bandas de frecuencia estrechamente separadas. El uso de una espiral serpenteante da como resultado un diseño muy compacto de antena que opera en dos intervalos de frecuencia estrechamente separados.

20 La presente invención también puede aplicarse a matrices de antenas. Esta disposición implicaría normalmente una estructura que consiste en la repetición de la antena con un espacio fijo a lo largo de uno o dos ejes (es decir, una matriz lineal o rectangular).

25 Se apreciará que la invención puede usarse en cualquier aplicación donde se irradie una señal electromagnética circularmente polarizada, tal como por ejemplo sistemas de comunicaciones, radares y de formación de imágenes.

30 Una de estas aplicaciones es la cobertura GNSS multibanda y multisatélite, por ejemplo, el seguimiento por GPS. Para una colocación personal, la antena puede unirse, por ejemplo, a una prenda de vestir o un casco de tal manera que la usen las tropas de a pie y los trabajadores de servicios de emergencia. Igualmente, podría usarse como un dispositivo montado en superficie para el seguimiento preciso de vehículos (tal como, por ejemplo, automóviles y trenes), así como vehículos automatizados y drones.

Además, ya que la invención proporciona capacidades multibanda, es muy robusta y puede proporcionar redundancia de canal integrada en aplicaciones donde la pérdida de señal es crítica para la operación.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de antena circularmente polarizada para sistemas globales de navegación por satélite multibanda, que comprende:
- 5 una antena en espiral (5); y  
una superficie de impedancia alta (10), que comprende un plano de tierra;  
la superficie de impedancia alta (10) comprende además solo una única capa conductora de elementos resonantes, comprendiendo la única capa conductora una primera región (15), para operar en un primer intervalo de frecuencia, y una segunda región separada (20), para operar en un segundo intervalo de frecuencia diferente del primer intervalo de frecuencia, estando provista la primera región (15) de la única capa conductora de al menos un elemento resonante (25) de una primera frecuencia resonante y estando provista la segunda región (20) de la única capa conductora de al menos un elemento resonante (25) de una segunda frecuencia resonante, dividiéndose las regiones primera y segunda (15, 20) a lo largo de una línea sustancialmente recta y comprendiendo la primera región (15) la mitad de la única capa conductora y comprendiendo la segunda región (20) la otra mitad de la única capa conductora.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el al menos un elemento resonante (25) de una primera frecuencia resonante comprende una matriz periódica de elementos resonantes conductores (25) de un primer tamaño y el al menos un elemento resonante (25) de una segunda frecuencia resonante comprende una matriz periódica de elementos resonantes conductores (25) de un segundo tamaño diferente del primer tamaño.
3. El dispositivo de la reivindicación 2, en el que las matrices periódicas de elementos resonantes (25) comprenden matrices periódicas de una de entre: rectángulos, hexágonos, ranuras, espirales, cruces de Jerusalén o formas fractales.
4. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pluralidad de vías que conectan los elementos resonantes de la única capa conductora al plano de tierra.
- 30 5. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de impedancia alta (10) comprende además un material dieléctrico acoplado entre la única capa conductora y el plano de tierra.
6. El dispositivo de la reivindicación 5, en el que el material dieléctrico comprende uno de entre teflón, cerámica, alúmina o un material a base de cuarzo.
- 35 7. El dispositivo de la reivindicación 6, en el que la banda de frecuencia operativa de la antena es proporcional a la constante dieléctrica y al espesor del material dieléctrico.
8. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que la constante dieléctrica y/o el espesor del material dieléctrico están adaptados para que la antena opere en múltiples bandas de frecuencia asignadas.
- 40 9. El dispositivo de la reivindicación 8, en el que la separación entre las múltiples bandas de frecuencia comprende una relación de 1:1,2 o menos.
- 45 10. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una carga resistiva acoplada entre la antena en espiral (5) y el plano de tierra.
11. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un circuito de adaptación de banda ancha colocado debajo de la superficie de impedancia alta.
- 50 12. El dispositivo de la reivindicación 11, en el que el circuito de adaptación de banda ancha comprende un balón marchand (30).
13. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la antena en espiral (5) comprende una antena en espiral serpenteante.
- 55 14. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la línea sustancialmente recta a lo largo de la que se divide la única capa conductora en la primera región (15) y en la segunda región (20) está desplazada de la línea central de la antena.
- 60 15. Una matriz de antenas que comprende una pluralidad de los dispositivos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.

Región activa  
radio =  $\lambda_g/2\pi$

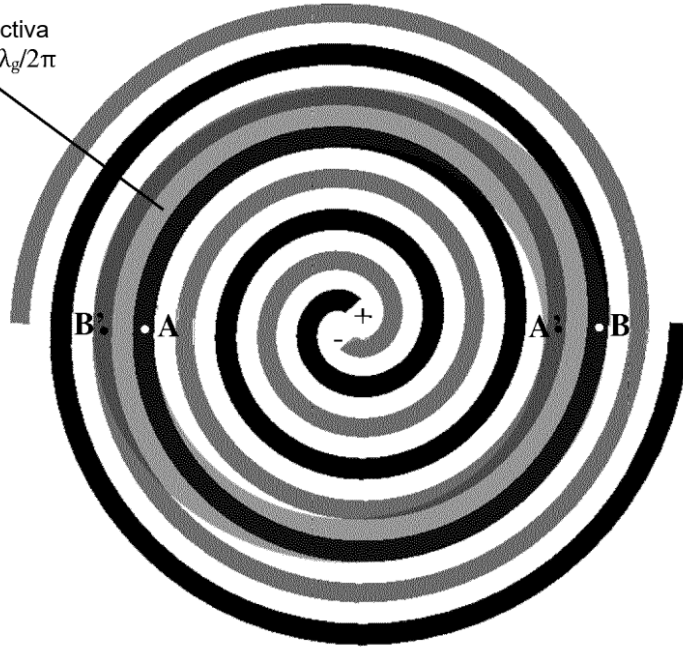


Figura 1

Región activa  
radio =  $\lambda_g/2\pi$

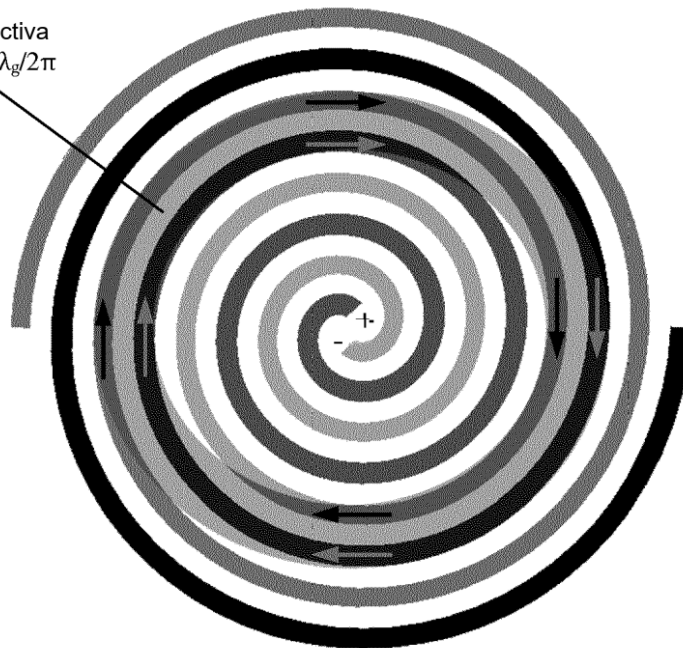


Figura 2

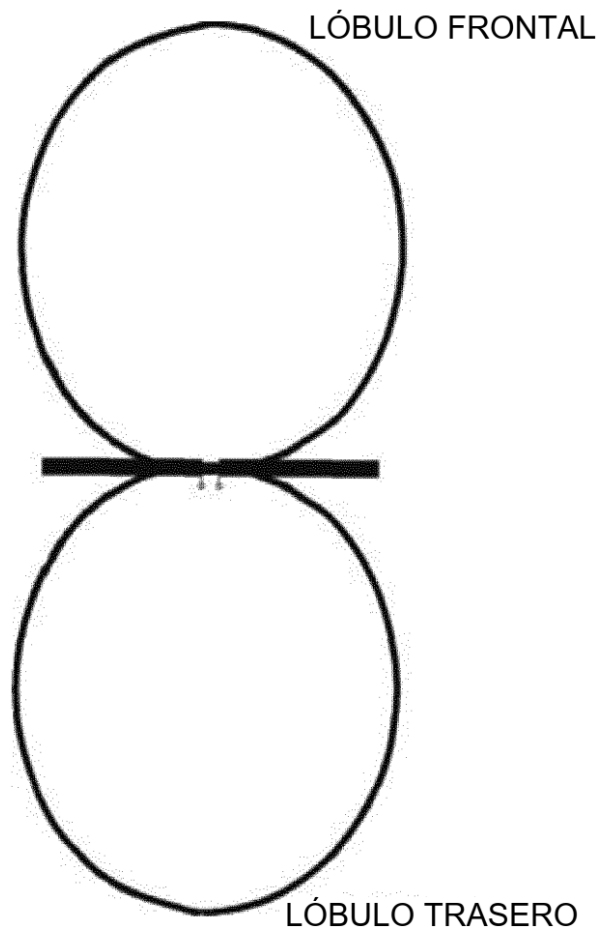


Figura 3

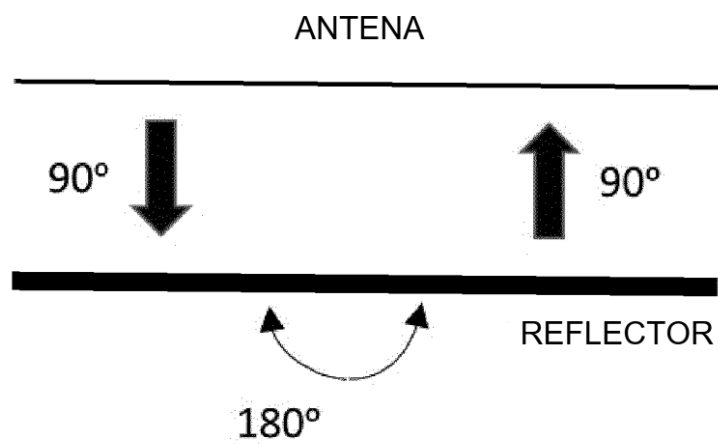


Figura 4

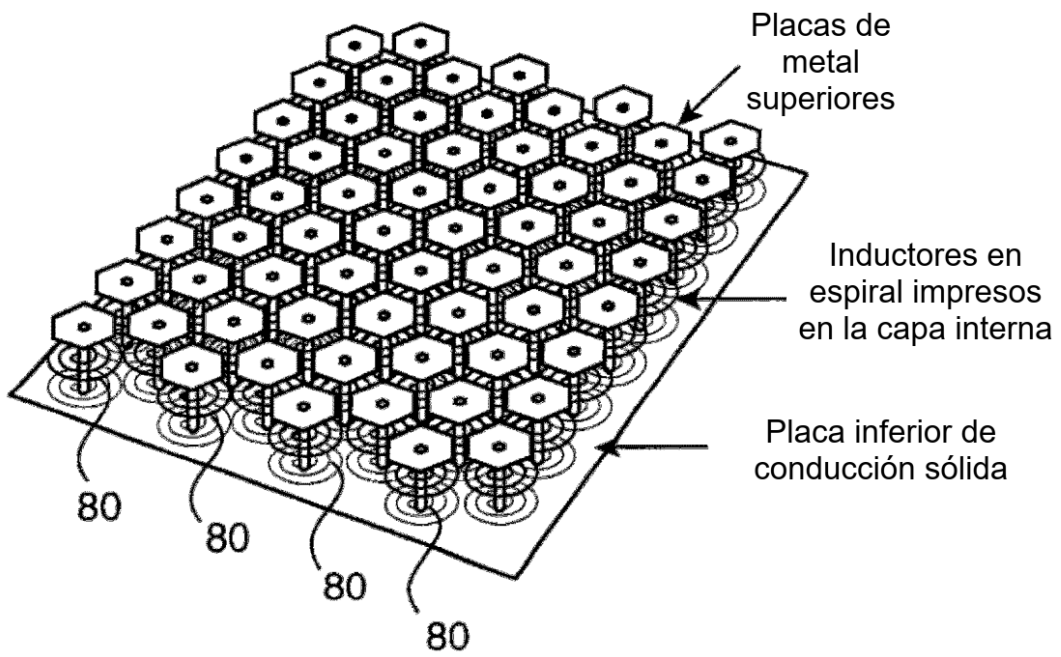


Figura 5

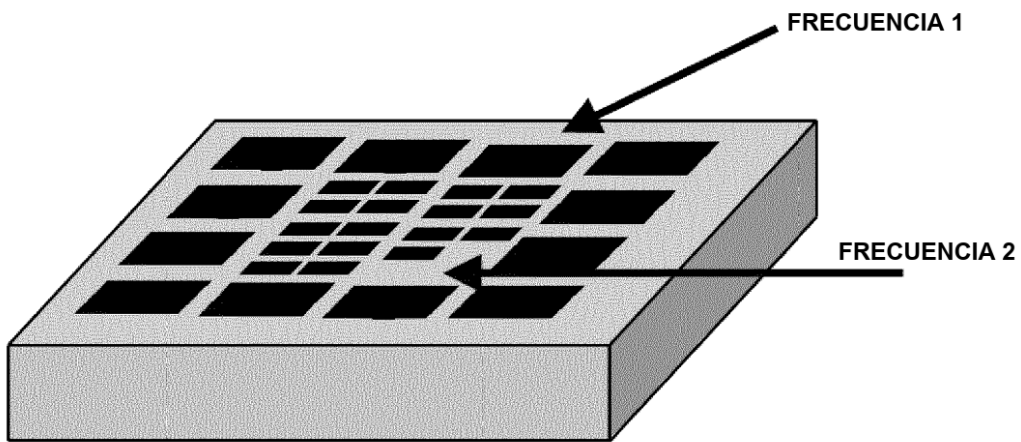


Figura 6

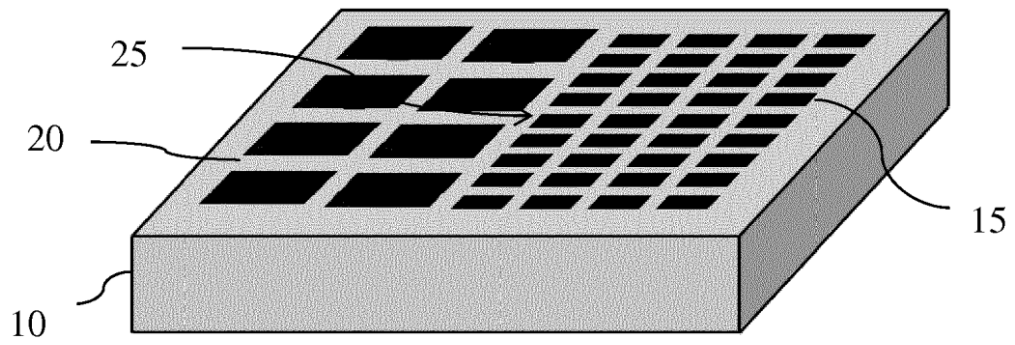


Figura 7

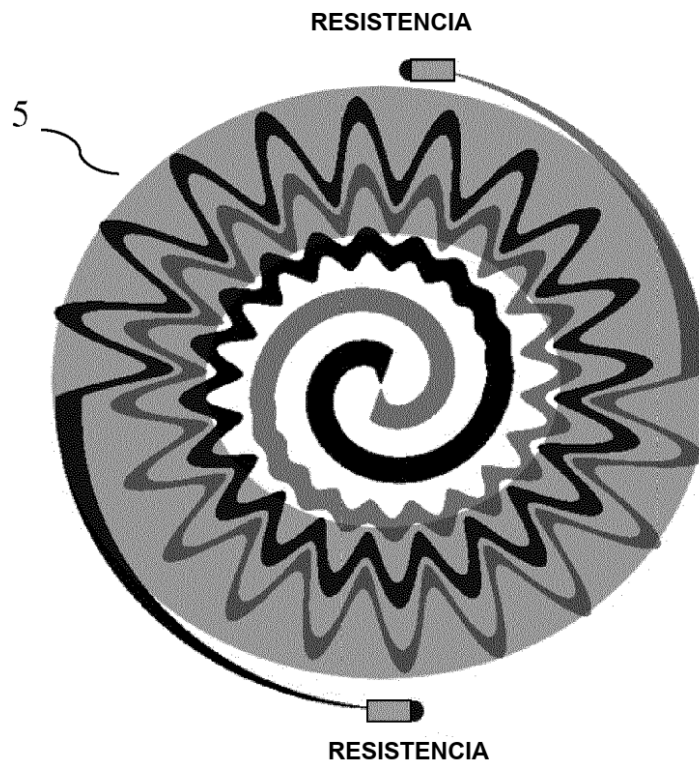


Figura 8

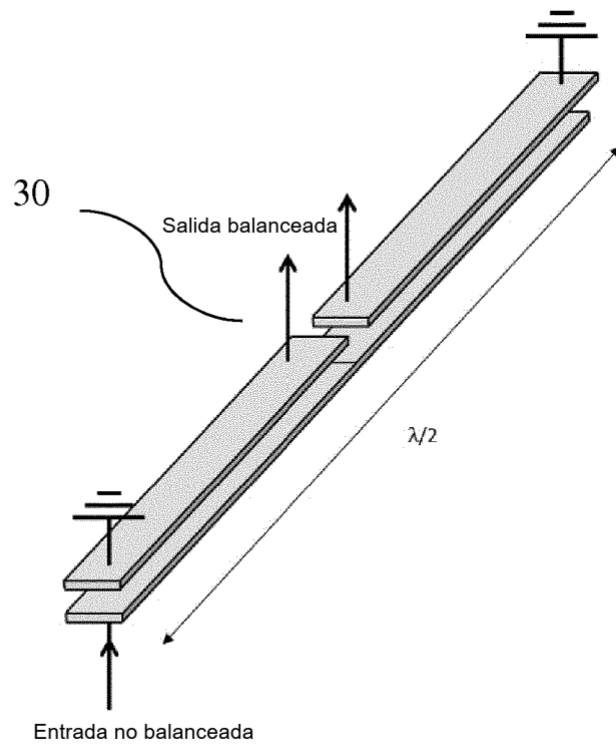


Figura 9

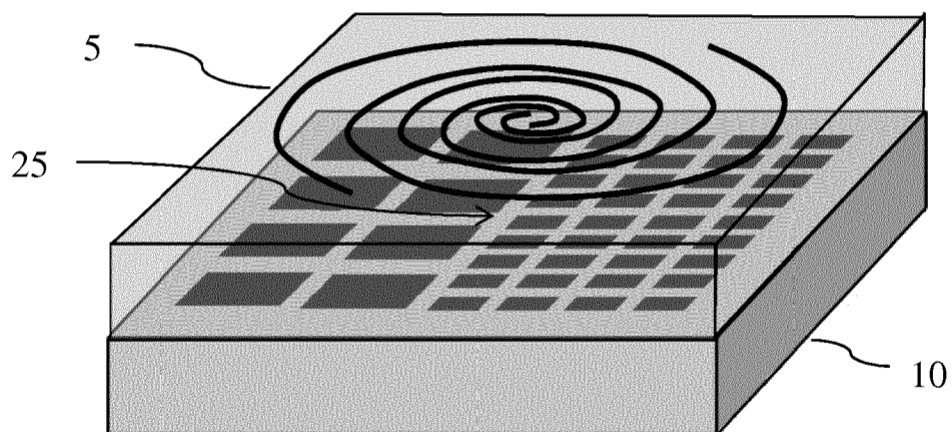


Figura 10

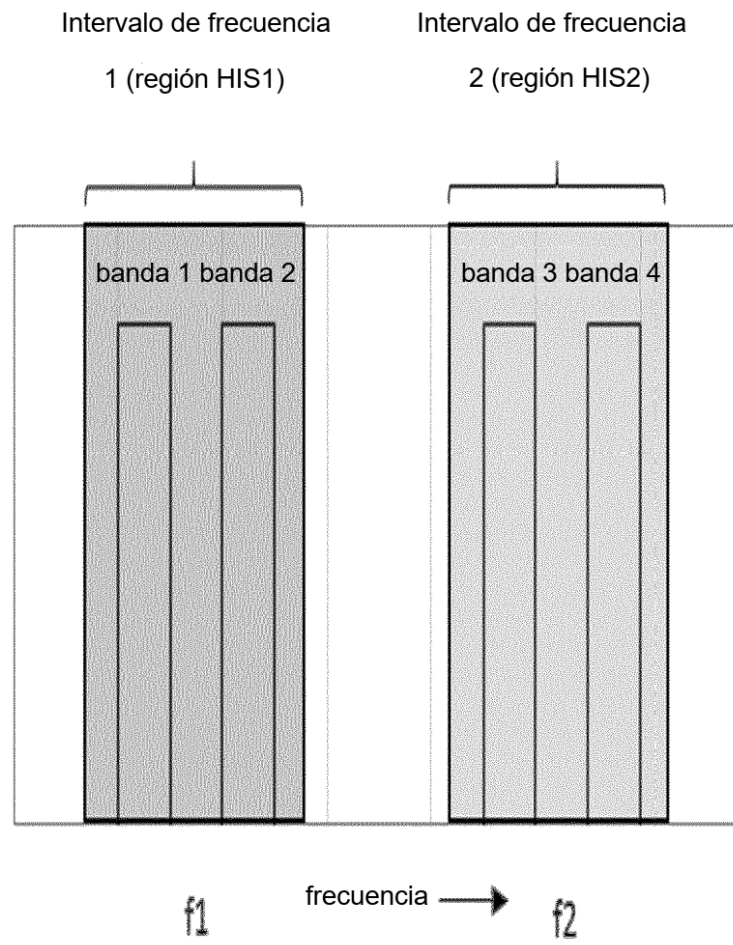


Figura 11