

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 589**

51 Int. Cl.:

H01Q 9/04 (2006.01)

H01Q 21/06 (2006.01)

H01Q 5/40 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.08.2009 PCT/GB2009/002087**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.03.2010 WO10023454**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.08.2009 E 09809389 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.09.2017 EP 2359433**

54 Título: **Agrupación de antenas de parche apiladas**

30 Prioridad:

28.08.2008 EP 08163188

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

29.11.2017

73 Titular/es:

CHELTON LIMITED (100.0%)

Brooke Road

Wimborne, Dorset BH21 2BJ, GB

72 Inventor/es:

PHILIPPAKIS, MICHAEL;

MOORE, DAVID;

KEMP, DEAN y

PATEL, MAHESH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 644 589 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

Agrupación de antenas de parche apiladas

Esta invención se refiere a una antena que se puede usar con múltiples sistemas de navegación y posicionamiento global basado en satélite, tales como tanto el GPS de NAVSTAR como el GNSS de Galileo.

5 Actualmente existen una serie de sistemas de navegación y posicionamiento global basado en satélite, tales como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de NAVSTAR de Estados Unidos mencionado anteriormente, que fue desarrollado por los militares de EE.UU. en los años 70. Cada sistema está basado en la transmisión de señales de alcance en bandas de frecuencia particulares.

10 Actualmente, en el GPS de NAVSTAR, hay por encima de 30 satélites GPS orbitando la Tierra. No obstante, en cualquier momento hay al menos 24 satélites GPS funcionales orbitando la Tierra en órbitas de 12 horas; cuatro satélites en cada uno de seis planos de órbita, cada uno transmitiendo una señal de alcance. Un receptor GPS típico requiere señales de alcance de al menos cuatro satélites GPS para determinar su posición usando geometría y triangulación.

15 El GPS de NAVSTAR se basa en transmisión de señales de alcance en bandas de frecuencia que incluyen L1 (1.575 MHz), L2 (1.227 MHz), L3 (1.381 MHz) y L5 (1.176 MHz), todas que tienen un ancho de banda de 20 MHz. Otros sistemas de navegación por satélite usan bandas de frecuencia diferentes y más anchas. Por ejemplo, el nuevo GNSS llamado Galileo, que ha de ser desplegado por la Unión Europea, opera en bandas de frecuencia que son diferentes de las usadas por el GPS de NAVSTAR, incluyendo E5a (1.166,45 a 1.186,45 MHz) y E5b (1.197,14 a 1.211,14 MHz). Dado que las dos bandas E5 (E5a y E5b) están muy cercanas entre sí, se puede suponer que
20 ambas bandas se combinarán y tendrán un ancho de banda combinado de 45 MHz.

Hay por lo tanto una necesidad de una antena, que pueda recibir señales emitidas en las múltiples bandas de frecuencia de cualquiera de los dos sistemas, al tiempo que utiliza las instalaciones GPS existentes. Este requisito es particularmente relevante en aplicaciones en vuelo donde es necesario un reacondicionamiento de la instalación legada para reducir el coste sin comprometer la navegabilidad. Además, una antena de múltiples estándares tanto para GPS de NAVSTAR como para GNSS de Galileo sería eficazmente de banda dual, con la banda de frecuencia superior de 1.565 a 1.585 MHz (L1) y la banda de frecuencia inferior de 1.166 a 1.211 MHz (E5).
25

No obstante, existe un problema en que, con sistemas de antenas, el tamaño físico de la antena está relacionado con el ancho de banda del sistema y como el ancho de banda del GNSS de Galileo es más del doble del del GPS de NAVSTAR, difiere el tamaño de las antenas respectivas.

30 Además, el patrón de radiación para la antena GNSS en vuelo de múltiples estándares se espera que tenga características avanzadas en términos de cobertura y requisitos más rigurosos sobre la pureza de su polarización en comparación con antenas GPS de banda única de hoy en día.

El documento EP-A-0270209 describe una antena de banda dual y el documento US5245745 describe un método de hacer una estructura de antena de parche de película gruesa.

35 Por consiguiente, un objeto de la presente invención es proporcionar un radiador de múltiples estándares para una antena GNSS, que puede recibir señales de alcance transmitidas en múltiples bandas de frecuencia desde diferentes GNSS, al tiempo que sigue teniendo un tamaño físico global que asegura que el conjunto de antenas puede ser compatible hacia atrás con estaciones de acoplamiento/fijaciones GPS e instalaciones a bordo de un vehículo donde ha de ser usado.

40 Según la presente invención se proporciona una placa de elementos radiantes para uso en una antena pasiva, la placa de elementos radiantes que comprende una pluralidad de elementos radiantes de múltiples capas, cada uno de los cuales comprende:

un primer parche proporcionado en una primera capa para recibir señales dentro de una primera banda de frecuencia; y

45 un segundo parche proporcionado en una segunda capa para recibir señales dentro de una segunda banda de frecuencia,

en donde la pluralidad de elementos radiantes están dispuestos en la placa de elementos radiantes de manera que cada elemento radiante está girado secuencialmente un ángulo predeterminado a partir de su elemento vecino, todos los elementos estando girados en la misma dirección y en el mismo plano, en donde cada parche está cortocircuitado a tierra a lo largo de un borde del parche de modo que la radiación de múltiples bandas puede escapar solamente desde una ranura virtual proporcionada sustancialmente a lo largo del borde opuesto de los parches correspondientes; caracterizada por que cada parche tiene dientes serrados proporcionados a lo largo de un primer borde opuesto al borde cortocircuitado a tierra para propósitos de banda ancha y de sintonización.
50

Un ejemplo de la presente invención se describirá ahora con referencia a las siguientes figuras, en las que:

la Figura 1 es una vista de despiece de un radiador de múltiples estándares que comprende una placa de elementos radiantes según la presente invención;

la Figura 2 muestra una agrupación de elementos radiantes que comprende una placa de elementos radiantes;

5 la Figura 3 muestra los parches de los elementos radiantes;

la Figura 4 es una vista en sección transversal de la Figura 3 tomada entre dos de los parches;

las Figuras 5(a) a (d) muestran ejemplos de diferentes estructuras de alimentación para los parches;

la Figura 6 es un diagrama esquemático de una red de formación de polarización;

las Tablas 7(a) y 7(b) muestran la ganancia mínima y máxima, respectivamente, por encima del horizonte;

10 las Figuras 8(a) y 8(b) muestran una plantilla de patrón de radiación de antena y un primer plano de los detalles a lo largo del horizonte, respectivamente; y

la Figura 9 es una ilustración en sección transversal de un elemento radiante, que muestra las distancias relativas entre el cortocircuito y las líneas de alimentación.

15 La Figura 1 es una vista de despiece de un radiador de múltiples estándares 1, que comprende una placa de elementos radiantes 2 según la presente invención. La placa de elementos radiantes 2 está unida a una placa de circuito de red de formación de polarización 3 y encerrada dentro de un radomo 4, que se sella contra una placa base 5 que tiene surcos para acomodar componentes de la placa de circuito de formación de polarización 3. El radomo 4 puede estar hecho de "PTFE", "Nailon" o un material similar, aproximadamente de 2,5 mm de espesor. El radomo (4) se une, usando una película de unión de resina epoxi, a la placa base 5, que es idealmente aluminio. 20 Una junta 7, preferiblemente de neopreno o plástico, se puede proporcionar para asegurar un buen sellado entre el radomo 4 y la placa base 5. Alternativamente el radomo se puede pegar directamente en la placa base con adhesivo estructural. Una salida 9 al radiador de múltiples estándares 1 se proporciona en la cara inferior de la placa base 5.

25 Alternativamente, el radomo puede ser un radomo relleno de espuma, que está formado alrededor de los elementos para mantener el peso de la antena bajo mientras que se asegura una estabilidad mecánica alta, al mismo tiempo evitando la entrada de humedad así como mitigando los efectos adversos de la presión diferencial.

30 La Figura 2 muestra una agrupación de cuatro elementos radiantes pasivos 10, que forman una placa de elementos radiantes 2 según la presente invención. Los elementos 10 están dispuestos para formar una placa de elementos radiantes 2 sustancialmente cuadrada, en donde cada elemento 10 está girado 90 grados a partir de su vecino y todos los elementos 10 están girados en la misma dirección. La disposición mostrada en la Figura 2 proporciona una polarización circular a derechas aunque se apreciará que se podría lograr también una polarización a izquierdas cuando los elementos estén orientados en la otra dirección.

35 Cada elemento radiante pasivo 10 comprende dos parches 11, 12 separados por material dieléctrico 13, que es idealmente un material plástico de calidad RF. El material dieléctrico está, preferiblemente, en forma de dieléctrico estratificado, basado en propiedades distintas que son importantes en términos de permitividad dieléctrica y que se determinan ambas por la frecuencia de operación requerida del parche correspondiente más las limitaciones impuestas en el espacio global máximo que el parche puede ocupar más el ancho de banda requerido mínimo para la operación correspondiente.

40 El material dieléctrico estratificado se ha encontrado que proporciona un rendimiento superior cuando se compara con material dieléctrico en forma única, como se explicará en más detalle más tarde. No obstante, un experto reconocerá que, aunque se prefiere material dieléctrico estratificado, para el caso de antena GPS/Galileo hay muchos materiales dieléctricos que pueden permitir una operación adecuada en una forma única para satisfacer especificaciones de antena reducidas a un coste inferior.

45 El material dieléctrico 13 proporcionado en los elementos radiantes 10 de la presente invención es sustancialmente en forma de placas dieléctricas 13. Como alternativa, el espacio entre los parches 11, 12 se podría rellenar con aire o espuma, como se ha mencionado anteriormente.

50 La construcción de la antena ofrece por lo tanto potencial en términos de control del volumen de la antena mientras que al mismo tiempo permite la capacidad de operación de la antena en bandas de frecuencia sustancialmente separadas. Esto se deriva del hecho de que una envoltura volumétrica máxima predefinida se puede hacer compatible con operación de frecuencia diversa asegurando que el tamaño eléctrico de la antena es adecuado para las frecuencias prescritas usando una ubicación común para la alimentación y la posición de cortocircuito. Tal elección permite también la flexibilidad de introducir las características geométricas requeridas para la fabricación y sintonización eficiente y precisa usando solamente materiales RF de calidad comercial ampliamente disponibles sin recurrir a la necesidad de variantes especializadas o métodos de producción sofisticados.

El primer parche 11, proporcionado para la banda de frecuencia (L1), (L2), (L3) o (L5) de GPS de NAVSTAR y de Galileo, se dispone para que esté en el exterior de cada elemento radiante 10. Un segundo parche 12, físicamente más grande, se proporciona en una capa interna de cada elemento 10, con una placa dieléctrica 13 proporcionada en cualquiera de los dos lados de ella, y cubre simultáneamente las bandas de frecuencia (tanto E5A como E5B) de GPS y de Galileo. Los elementos radiantes pasivos 10 se construyen usando tecnología de placas de circuito impreso (PCB) de múltiples capas, es decir, varias capas de sustrato unidas entre sí para crear un conjunto de múltiples capas grueso.

El material dieléctrico 13, proporcionado en el elemento radiante 10 entre los parches 11, 12 y en cualquier lado del parche interno 12, asegura que la operación adecuada en términos de relación de onda estacionaria de voltaje (VSWR) de antena se logre haciendo a la antena resonar en las bandas de interés. Además, esto asegura que el tamaño físico global de la antena 1 es compatible hacia atrás con las estaciones de acoplamiento/fijaciones GPS existentes e instalaciones a bordo de vehículos, tales como aeronaves comerciales, donde ha de ser usada.

Por ejemplo, muchas aeronaves actualmente emplean antenas solamente GPS con fijaciones que se ajustan a la forma particular como se dicta por el estándar ARINC743A. Cualquier desviación de los detalles perfilados en este estándar es probable que sea inaceptable en términos de coste de instalación y funcionamiento de la estructura de avión global. La altura aumentada es necesaria de modo que, además del ancho de banda, el retardo de grupo de la antena sea aceptable en general. Es bien conocido que el factor Q de una antena está inversamente relacionado con el volumen que ocupa. También es bien conocido que la respuesta al retardo de Grupo de la antena y su variación a través de la banda es proporcional al Q de la cavidad de la antena subyacente. Por lo tanto la respuesta de ancho de banda de la antena es crucial en el mantenimiento del rendimiento de retardo de grupo requerido.

La Figura 3 muestra la disposición de los elementos radiantes 10 en una placa de elementos radiantes 2 según la presente invención sin el material dieléctrico 13 mostrado. Ambos de los parches externos 11 y los parches internos 12 de cada elemento radiante 10 están cortocircuitados por hilos 14 que pasan a través de uno de sus bordes, los hilos 14 que conectan ambos parches 11, 12 a tierra con el fin de que se logre una operación de cuarto de onda y asegurar que se controla físicamente el tamaño mecánico global.

Los cortocircuitos 14 están colocados en los bordes de cada parche externo 11 y parche interno 12. Esta alineación es muy útil cuando se fabrica el conjunto de antenas global debido a que la colocación del cortocircuito puede actuar como una guía de alineación cuando se alinean los parches 11, 12. La alineación del cortocircuito 14 también es útil para sintonizar la antena, especialmente el parche interno 12, en la medida que permite que el borde radiante del parche interno 12 sea expuesto.

En forma de dieléctrico estratificado, las placas dieléctricas 13 proporcionan una flexibilidad mejorada sobre las placas dieléctricas 13 en forma única, lo que permite que las distancias eléctricas de puntos de alimentación al cortocircuito 14 en dos bandas diferentes para los parches 11, 12 sean equalizadas, mientras que se mantiene la misma distancia mecánica. La distancia eléctrica entre el hilo de alimentación y el cortocircuito 14 tiene que ser la misma tanto para el parche externo 11 como para el parche interno 12. Esto se puede lograr cuando las propiedades dieléctricas eficaces de los parches 11, 12 son adecuadas y sintonizadas de manera fina teniendo en cuenta las diferentes frecuencias y bandas a las que pueden operar los dos parches 11, 12.

Esto se puede explicar además con referencia a la Figura 9. Si uno supone que el parche externo 11 necesita ser sintonizado en una banda con una frecuencia central f_1 (por ejemplo la L1 de GPS o Galileo) y el parche interno 12 en una banda de frecuencia con un valor central f_2 (por ejemplo la L5 de GPS o E5 de Galileo), con el fin de que se logre la resonancia deseada, se requiere sintonizar fuera de la parte reactiva de la impedancia de accionamiento Z_1 o Z_2 para los parches respectivos en el centro de las frecuencias respectivas.

Dentro de la configuración preferida esta operación de resonancia se logra cuando la alimentación se carga por una reactancia efectiva X_1 y X_2 adicional respectivamente. La parte de la antena que ofrece esta reactancia de resonancia es la formada entre el punto de alimentación y la formación de cortocircuito. De hecho, esta sección se comporta como dos líneas de transmisión cortas apiladas de longitud común ds cargadas en el otro extremo por las inductancias L_a y L_b representando de una forma eléctrica realista los agujeros pasantes de cortocircuito chapados de metal o cualquier otra realización alternativa.

Las ecuaciones de la línea de transmisión se pueden escribir como sigue:

$$X1 = j \frac{(2\pi La f1 + Za \tan(\beta_1 ds))}{(Za - 2\pi La f1 \tan(\beta_1 ds))}$$

$$X2 = j \frac{(2\pi Lb f2 + Zb \tan(\beta_2 ds))}{(Zb - 2\pi Lb f2 \tan(\beta_2 ds))}$$

con

$$\beta_1 = \left(\frac{2\pi f1}{c} \right) \sqrt{\epsilon a} \quad y \quad \beta_2 = \left(\frac{2\pi f2}{c} \right) \sqrt{\epsilon b}$$

5 La forma de sintetización de las reactancias de resonancia requeridas dentro de la antena descrita es a través de control de las impedancias características Z_a y Z_b así como de las constantes de propagación β_1 y β_2 de las líneas de transmisión eficaces ofrecidas por la sección de la antena a la ubicación de cortocircuito. Inspeccionando las ecuaciones de la línea de transmisión correspondientes mostradas anteriormente, podemos ver que las inductancias de cortocircuito L_a , L_b se pueden transformar a impedancia de resonancia X_1 , X_2 en el centro de las dos bandas operacionales diferentes con una elección adecuada de las permisividades eléctricas masivas ϵ_a , ϵ_b y un valor común ds para la separación del punto de alimentación y la ubicación de cortocircuito tanto para el parche superior como el inferior.

10 La determinación precisa para los valores de la de ϵ_a , ϵ_b y ds es el resultado de la optimización matemática basada en un modelo electromagnético detallado. El objetivo de optimización del diseño es el ancho de banda requerido por banda así como la pérdida de retorno máxima (o VSWR) que se puede tolerar en los bordes de la banda.

15 La aproximación práctica de las planchas correspondientes con los contenidos de dieléctrico masivos ϵ_a , ϵ_b se basa en el proceso de estratificación donde el valor medio masivo es aproximadamente la media de los materiales usados ponderados por el espesor correspondiente.

Además el proceso matemático también puede producir una solución para la ϵ_a , ϵ_b y ds bajo la restricción de que los parches superior e inferior ofrecen un hueco entre sus bordes de un tamaño g dado adecuado para la acomodación de dientes de sintonización sobre el parche inferior accesible prácticamente desde arriba. Un valor típico para g es del orden de 5 mm.

20 Por consiguiente, las placas dieléctricas 13 se pueden formar a partir de estratificación de materiales dieléctricos comerciales ordinarios, encontrados en la mayoría de gamas de productos estándar de fabricantes de material, que ofrecen una gama distinta pero limitada de constantes dieléctricas para sintetizar las propiedades dieléctricas deseadas. Esta síntesis se logra usando uno o más materiales comerciales ordinarios con un espesor adecuado, que se dicta por la constante dieléctrica masiva que ha de ser sintetizada, como se ha perfilado anteriormente.

25 Los hilos de corte se forman preferiblemente usando agujeros pasantes o vías chapadas. Por supuesto, se apreciará que medios alternativos de cortocircuitado de los parches 11, 12 a tierra también se pueden usar y diseñar específicamente para una aplicación particular. Por ejemplo, chapar el borde de la PCB con una capa de metal sólida, o usar una serie de tiras de metal planas en lugar de hilos. El número de hilos 14 y sus diámetros también necesitan ser controlados con precisión. Los hilos se pueden pensar como una carga inductiva adicional en serie de una formación de cavidad resonante de otro modo. Por lo tanto, una elección adecuada de su número y diámetro puede afectar a ambas de las frecuencias resonantes precisas para un tamaño y disposición de elemento de antena dado así como su ancho de banda en resonancia. Además otros medios de cortocircuitado se pueden usar en términos de tiras de metal.

35 El uso de vías chapadas, no obstante, evita los problemas que se pueden encontrar con otros medios de cortocircuito tales como clavijas metálicas, que pueden ser incómodos como habilitadores de cortocircuito. En particular, para parches más gruesos, es difícil lograr la soldadura requerida, especialmente en el parche interno 12 e incluso entonces tal proceso es imperfecto para un conjunto suave deseado de la antena con un efecto adverso en la sintonización y el rendimiento. Usando vías chapadas, no hay necesidad de soldar en la medida que la formación de los agujeros de vía tiene lugar usando técnicas de circuito impreso estándar en paralelo con los parches dentro del mismo marco de fabricación. Por lo tanto, no se requiere ningún proceso de acabado, en cuanto a la soldadura de clavijas metálicas.

40 En la Figura 3 también se puede ver que cada uno de los parches 11, 12 también tiene un borde serrado, proporcionado preferiblemente en el lado opuesto al lado que está cortocircuitado. Estos bordes serrados forman dientes de sintonización, que permiten una sintonización fina de la antena después del montaje donde, de una forma controlada, algunos dientes 15 se pueden eliminar físicamente hasta el punto que la operación de frecuencia encaja en las bandas de frecuencia requeridas. Disponiendo los dientes de sintonización 15 a lo largo del mismo lado de cada uno de los parches 11, 12, cuando múltiples placas de conjunto radiante están dispuestas para formar una antena, es posible una sintonización modificando y/o eliminando los dientes 15 sin efecto negativo en la calidad de la polarización circular. Preferiblemente, las placas dieléctricas 13 no se extienden sobre los dientes 15 del parche interno 12, lo que las permite que sean ajustadas al conjunto de las antenas.

Típicamente, 10-20 dientes están distribuidos de forma regular en toda la longitud de los bordes radiantes únicos de ambos de los parches superior e inferior. Con longitudes de dientes típicas del orden de 5 mm es posible sintonizar con precisión la antena dentro de una fracción de MHz. La regularidad de la distribución de los dientes nos permite aplicar fácilmente la misma modificación de sintonización a todos los parches correspondientes de la formación de agrupación manteniendo de esta manera la simetría que es esencial para un buen rendimiento de la polarización circular. Por supuesto, son posibles diferentes números de dientes y longitudes de dientes dependiendo de la configuración requerida.

La Figura 4 es una vista en sección transversal de la Figura 3, mostrando cada elemento 10 que tiene una estructura de alimentación que comprende una clavija de alimentación individual 16 que la atraviesa. En este ejemplo, la clavija de alimentación 16 se origina en el parche externo 11, atraviesa un agujero 17 proporcionado en el parche interno 12 y entonces fuera a través de la base de la placa de elementos radiantes 2. Las clavijas de alimentación 16 conectan por lo tanto cada elemento individual 10 a la placa de circuito 3.

Son posibles una serie de otras estructuras de alimentación, como se ilustra en las Figuras 5(a) - (d). Por ejemplo, como se muestra en la Figura 5(a), una señal de alimentación se puede alimentar en el elemento a través de un cilindro 18 proporcionado en la parte inferior de un elemento 10, con una clavija de alimentación 16 que atraviesa el cilindro para conectarlo a la parte inferior del elemento y por lo tanto al parche interno 12, en la medida que la clavija de alimentación 16 atraviesa el agujero 17 proporcionado en el parche interno 12 para conectar con el parche externo 11. En este ejemplo, el cilindro coaxial metálico insertado 18 que carga el hilo de alimentación sirve para ofrecer una línea de transmisión incremental en serie que permite un grado de libertad en términos de una transformación de impedancia convencional con líneas en cascada de diferente impedancia característica. También se puede usar como una carga de elemento capacitivo de derivación principalmente adicional del punto de alimentación.

Alternativamente, como se muestra en la Figura 5(b), uno o dos discos 19 se pueden proporcionar en las partes superior e inferior, respectivamente, del elemento 10 que atraviesa la clavija de alimentación 16, conectando por ello el parche externo 11 y el parche interno 12 a la placa de circuito 3. La alimentación 16 cargada de disco 19 permite principalmente una carga distribuida de la línea que puede parecerse a una sección de paso bajo de inductor condensador - LC cargada.

Otra opción, mostrada en la Figura 5(c), es alimentar una señal a través de una clavija de alimentación 16 en las proximidades de uno o más postes de sintonización 20 excitados parasitariamente proporcionados en la base de un elemento 10, en el lado del agujero 8 que atraviesa la clavija de alimentación 16 para entrar en el elemento 10. También referida como carga del terminal parásito 20 del punto de alimentación 16, esta disposición, a través principalmente de la naturaleza capacitiva, también se puede prever en general como una carga de sección de inductor condensador LC en serie en paralelo con la impedancia del punto de accionamiento.

Aún otra opción es proporcionar una ranura 21 en la base de un elemento 10, como se muestra en la Figura 5(d). La ranura 21 es sustancialmente perpendicular a una tira metálica 22 proporcionada en la placa de circuito 3 en la que está montado el elemento. En este ejemplo, cuando una señal de alimentación se alimenta a la tira metálica 22 en la placa de circuito 3, una radiación electromagnética 23 excita el elemento 10 para los parches interno y externo 12, 11. El acoplamiento a través de una ranura 21 es útil en la medida que tal disposición no requiere un hilo de alimentación ni soldadura, aunque añade otra capa. El uso de esta estructura de alimentaciones, puede mostrar un mejor rendimiento de la relación axial sobre intervalos angulares de elevación más amplios y rendimiento de ancho de banda mejorado. Esencialmente, la combinación de la ranura 21 y la línea de alimentación 22 (en uno de sus extremos después de la ranura) de circuito abierto proporcionan una carga de circuito de orden más alto equivalente a la línea de alimentación 22. La ranura actúa como un transformador en serie y la terminación de circuito abierto de la línea de alimentación 22 actúa como una carga de inductor en serie y de condensador en paralelo. Todos estos grados de libertad extra permiten una flexibilidad mejorada en la adaptación de la estructura.

Una ventaja de las disposiciones de alimentación alternativas es que ofrecen grados de libertad adicionales y actúan en construir eficazmente características de red de adaptación de orden más alto que pueden ayudar a compensar la reactancia de alimentación equivalente de resonancia desactivada sobre un ancho de banda aumentado en comparación con la característica de alimentación única simple descrita. Las características de adaptación adicionales se determinan con precisión como parte de la misma metodología de diseño de optimización electromagnética matemática descrita previamente.

La disposición particular de los elementos radiantes 10 en la placa 3, según la presente invención, crea el efecto de polarización circular. Por consiguiente, una antena 1 que incorpora la placa de elementos radiantes 2 de la presente invención operará a través de polarización circular. El ejemplo mostrado en las figuras anexas proporciona una polarización circular a derechas, aunque un experto reconocerá que una reorganización simple de los elementos 10 proporcionará una polarización a izquierdas.

Cuando la placa de elementos radiantes 2 está en uso en una antena GNSS 1, las clavijas de alimentación 16 individuales conectan cada uno de los elementos 10 a una placa de circuito 3, que es parte de una red de formación de polarización circular tal como la mostrada en la Figura 6. La red combina la entrada de cada uno de los

elementos 10 que está girado 90 grados a partir de su vecino, para proporcionar una salida común de la antena 1, preferiblemente a través de un conector TNC 9 proporcionado en la base de antena 5, como se muestra en la Figura 1. La antena 1 se puede conectar a una caja de preamplificador externa (no mostrada) por medio de un cable de calidad RF corto que es idealmente, pero no esencialmente, menor de 300 mm de longitud. Alternativamente, el preamplificador se puede integrar directamente con la estructura, preferiblemente con la placa de red de formación de polarización.

Son posibles muchas implementaciones físicas pero será suficiente cualquier red compatible con la mostrada en la Figura 6, a condición de que pueda cubrir las bandas de frecuencia necesarias.

Las implementaciones de dispersión baja son siempre importantes para asegurar que no está comprometido el retardo de grupo de la antena 1. La conexión íntima de una red adecuada con la placa de elementos radiantes 2 es importante para una función adecuada.

Las ventajas de formar la placa de elementos radiantes 2 como se ha descrito anteriormente son dobles. En primer lugar, permite que una alimentación única por elemento 10 aún produzca una RHCP de buena calidad cuando los elementos 10 se alimentan con señales con una secuencia de fase progresiva, y, en segundo lugar, puede resultar un patrón de radiación con cobertura significativa para direcciones cercanas al horizonte, como se muestra en las Tablas 7(a) y 7(b). La buena cobertura en direcciones cercanas al horizonte es además el resultado de la disposición de agrupación secuencial precisa de los elementos 10 y del hecho de que los puntos efectivos donde está emanando la radiación están confinados solamente en el espacio entre elementos 10 adyacentes y no a través de ambos bordes opuestos para cada uno de los elementos 10 como en antenas de parche GNSS convencionales.

La Figura 8(a), y también la Figura 8(b) que muestra el área del círculo de la Figura 8(a) con más detalle, muestran el rendimiento de los patrones de radiación medidos en relación con la plantilla EUROCAE para antenas GNSS de múltiples estándares futuras. Estas plantillas por una parte aseguran que la antena es sensible sobre un intervalo angular ancho en el hemisferio de radiación superior y por otra parte la radiación no es más fuerte que la requerida con el fin de minimizar la susceptibilidad del sistema GNSS a emisiones fuertes indeseadas de fuentes de interferencia externas. Como se puede ver, la presente disposición funciona bien en ambos aspectos. No obstante, la antena 1 se espera que se ajuste a otras plantillas de patrones del sistema GNSS en formas presentes o evolucionadas.

Los elementos radiantes 10 de la presente invención se requieren que tengan un espesor que depende de la frecuencia deseada y los requisitos de ancho de banda para una antena. No obstante, para muchas aplicaciones, los elementos 10 se requieren que sean de un espesor que no se puede fabricar como un único bloque por métodos convencionales. Por lo tanto, se fabrican dos bloques separados para proporcionar una capa superior con un parche 11 proporcionado en ella y una capa inferior con un parche 12 proporcionado en ella. Estas capas entonces se pueden fijar preferiblemente usando adhesivo conductor, aunque se podrían usar otros medios de unión conductores adecuados, para formar un elemento radiante 10 que tenga el espesor necesario.

Cuando se usa adhesivo conductor es importante que tenga sustancialmente las mismas propiedades de expansión térmica que el material del elemento radiante 10. La capa superior, aunque tiene sustancialmente la misma anchura que la capa inferior, tiene una longitud más corta que la capa inferior, proporcionando por ello un escalón sobre el que se puede exponer una parte del parche interno 12 cuando las dos capas están conectadas para formar el elemento radiante 10. Además, en adición a tener el parche externo 11 impreso en su superficie superior, la capa superior también tiene un parche inferior ficticio impreso en su cara inferior, que se usa para hacer coincidir la capa superior con el parche interno 12 proporcionado en la capa inferior cuando se fijan las dos capas juntas. De esta forma la vía de cortocircuito forma un camino de baja resistencia continuo que conecta conductivamente el parche superior 11, el parche inferior 12 y la placa base 2. Se aseguran efectos similares para la vía o hilos de alimentación.

Como se ha explicado anteriormente, los elementos 10 están dispuestos en la placa de circuito 3 con cada elemento 10 que está girado 90 grados a partir de su vecino, con todos los elementos 10 que están girados en la misma dirección. Además, hay un hueco entre cada elemento 10, que permite que los dientes 15 en los parches externo e interno 11, 12 sean fácilmente quitados para sintonizar de manera fina el aparato. Un beneficio adicional de estos huecos es que permiten a la radiación escapar entre los elementos 10, en lugar de solamente alrededor de los bordes externos, y esto da como resultado la formación de patrones de buena radiación.

La antena 1 se fabrica usando varios elementos PCB de múltiples capas. Dado que el requisito de ancho de banda es muy grande, la PCB, en este caso, se crea a partir de tres PCB que se unen entre sí usando una película de unión conductora estampada. La PCB se hace como un bloque completo, pero con ranuras mecanizadas para separar los cuatro elementos radiantes y para exponer los dientes de sintonización 15 sobre el parche inferior.

Un planteamiento de construcción alternativo sería hacer la placa de elementos 2 entera de una PCB de múltiples capas única con agujeros pasantes chapados a través de la placa de elementos 2 entera. Esto depende de la capacidad del fabricante de PCB y es dependiente de factores tales como el espesor específico de la PCB y la relación de aspecto de los agujeros pasantes chapados.

La antena descrita en la presente memoria está diseñada para operar en la banda L1 de GPS y las bandas E5a y E5b de Galileo. No obstante, un experto en la técnica entendería que la sintonización simple del diseño de antena la permitiría operar en bandas GNSS alternativas, por ejemplo L1/L2 o L1/L3.

REIVINDICACIONES

1. Una placa de elementos radiantes (2) para uso en una antena pasiva, la placa de elementos radiantes que comprende una pluralidad de elementos radiantes (10) de múltiples capas, cada uno de los cuales comprende:
 - 5 un primer parche (11) proporcionado en una primera capa para recibir señales dentro de una primera banda de frecuencia; y
 - un segundo parche (12) proporcionado en una segunda capa para recibir señales dentro de una segunda banda de frecuencia,
 - 10 en donde la pluralidad de elementos radiantes está dispuesta en la placa de elementos radiantes de manera que cada elemento radiante está girado secuencialmente un ángulo predeterminado a partir de su elemento vecino, todos los elementos que están girados en la misma dirección y en el mismo plano, en donde cada parche está cortocircuitado a tierra a lo largo de un borde del parche de modo que la radiación de múltiples bandas puede escapar solamente desde una ranura virtual proporcionada sustancialmente a lo largo del borde opuesto de los parches correspondientes;
 - 15 caracterizada por que cada parche (11, 12) tiene dientes serrados (15) proporcionados a lo largo de un primer borde opuesto al borde cortocircuitado a tierra para propósitos de banda ancha y sintonización.
2. La placa de elementos radiantes (2) según la reivindicación 1, en donde el primer y segundo parches (11, 12) sobre cada elemento radiante están separados por material dieléctrico (13).
3. La placa de elementos radiantes (2) según la reivindicación 1 o 2, en donde el material dieléctrico (13) está en forma estratificada.
- 20 4. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde el ángulo predeterminado que cada elemento está girado a partir de su elemento vecino es 90 grados.
5. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde cada parche (11, 12) está cortocircuitado a tierra por una pluralidad de agujeros pasantes chapados proporcionados a lo largo del borde del parche.
- 25 6. La placa de elementos radiantes (2) según la reivindicación 5, en donde los cortocircuitos están alineados en cada uno de los parches (11, 12) que comprende un elemento radiante (10).
7. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde cada elemento radiante comprende además una estructura de alimentación que lo conecta, en uso, a una placa de circuito de red de formación de polarización.
- 30 8. La placa de elementos radiantes (2) según la reivindicación 7, en donde la estructura de alimentación comprende un cilindro sustancialmente coaxial el cual puede atravesar una clavija de alimentación, o comprende uno o más discos que una clavija de alimentación pueden atravesar, o comprende uno o más postes proporcionados en la base del elemento, o comprende una ranura en la base del elemento a través del cual se propaga la radiación electromagnética.
- 35 9. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde el primer parche (11) recibe señales GPS de NAVSTAR, y/o el segundo parche (12) recibe señales GPS de Galileo.
10. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde la primera banda de frecuencia es L1 (1.565-1.585 MHz), L2 (1.227 MHz), L3 (1.381 MHz) o L5 (1.176 MHz).
- 40 11. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde la segunda banda de frecuencia es 1.166-1.211 MHz (E5).
12. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, que además comprende un preamplificador conectado a la red de formación de polarización.
13. La placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente, que está sellada dentro de un radomo (4).
- 45 14. Una placa de elementos radiantes (2) según la reivindicación 13, en donde el radomo (4) está relleno de espuma alrededor de los elementos (10).
15. Una placa de elementos radiadores (2) según cualquier reivindicación precedente, en donde cada elemento radiador (10) está construido de una capa superior con un parche externo (11) proporcionado sobre ella y una capa inferior con un parche interno (12) proporcionado sobre ella, las dos capas que se proporcionan por separado antes de ser unidas entre sí para formar el elemento radiante usando un medio de conducción adecuado.
- 50

16. Una placa de elementos radiadores (2) según la reivindicación 15, en donde una superficie de metalización ficticia está formada en la cara inferior de la capa superior y ésta se une a una superficie superior de la capa inferior para unir las dos capas entre sí.

5 17. Una placa de elementos radiadores (2) según la reivindicación 15 o 16, en donde la capa superior y la capa inferior de cada elemento radiador se unen entre sí usando un adhesivo conductor.

18. Un radiador que comprende una placa de elementos radiantes (2) según cualquier reivindicación precedente.

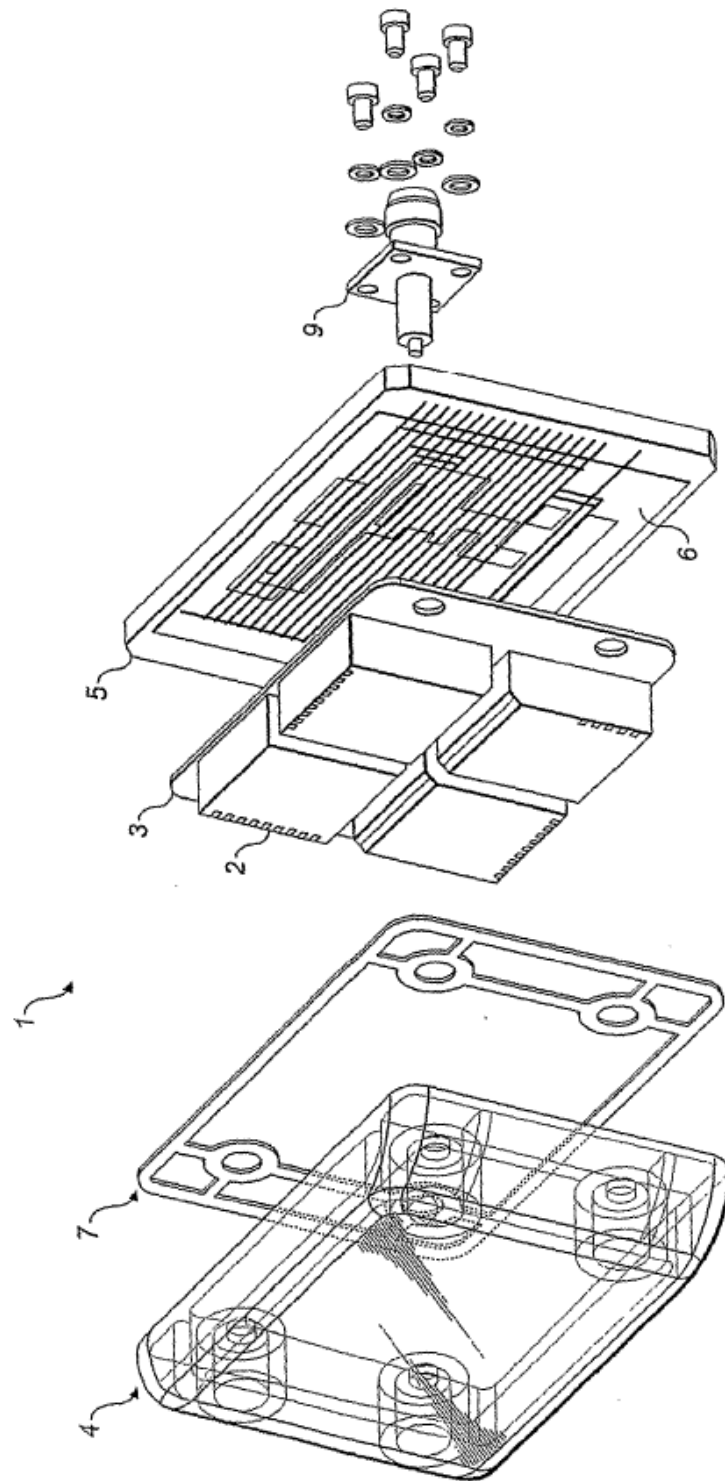


FIG. 1

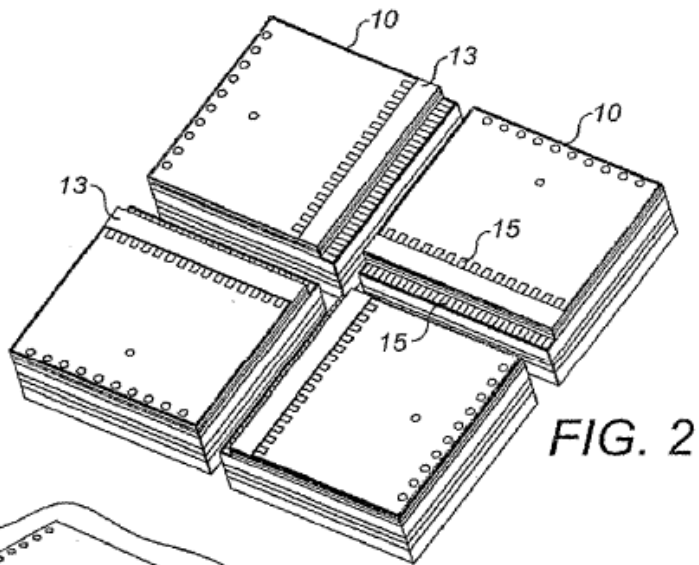


FIG. 2

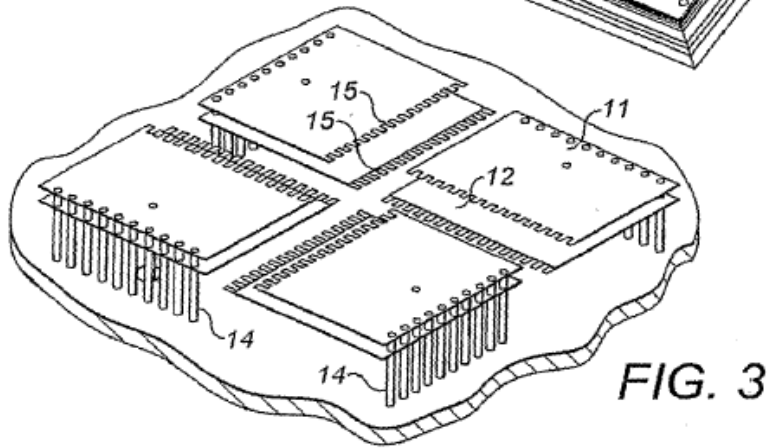


FIG. 3

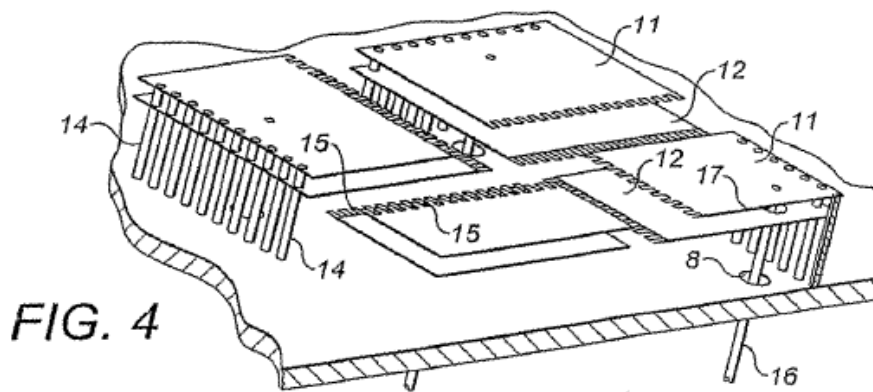


FIG. 4

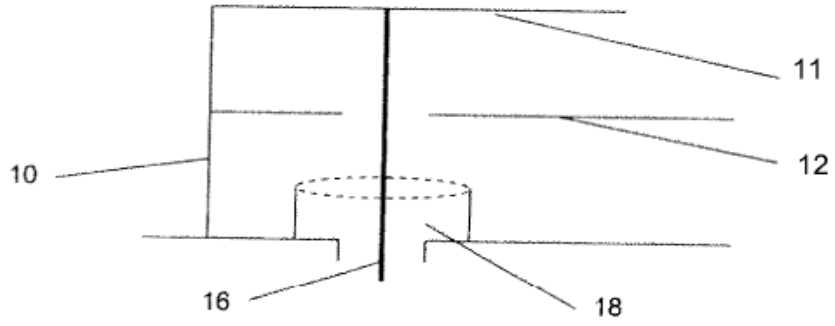


Figura 5(a)

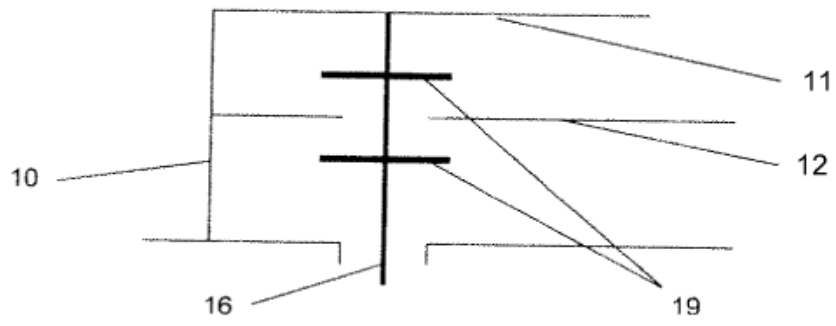


Figura 5(b)

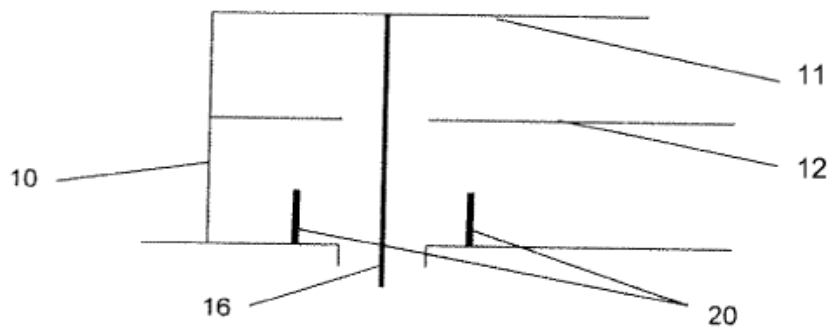


Figura 5(c)

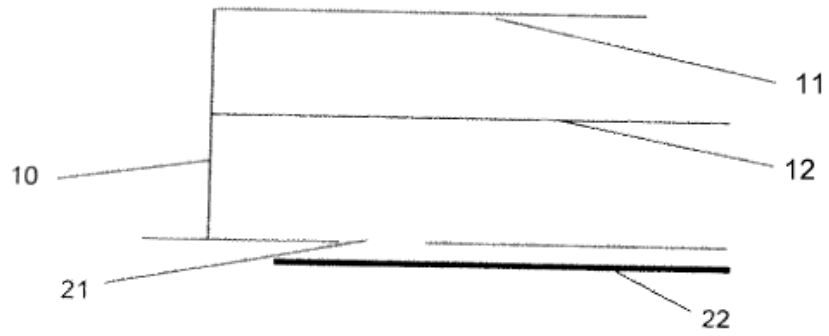


Figura 5(d)(i)

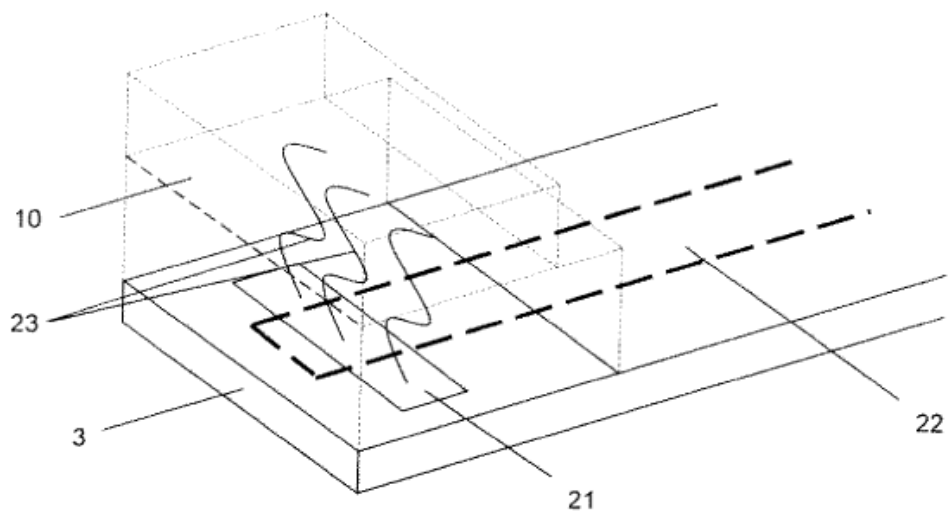


Figura 5(d)(ii)

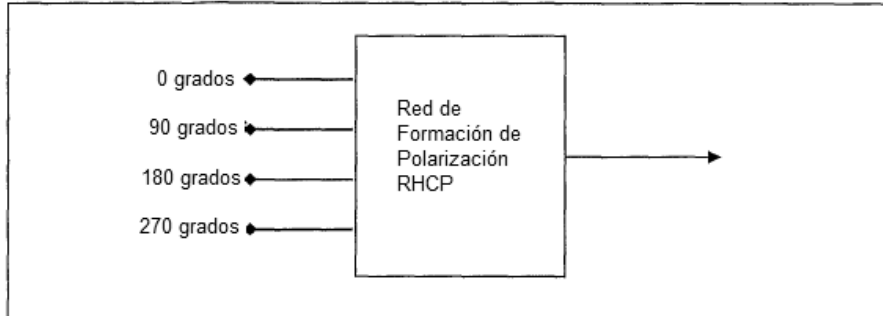


Figura 6

Ángulo de elevación - valor absoluto	Ganancia Mínima (banda L1, L5 y E5)
< 75 grados	- 2,0 dBic
80 grados	- 3,0 dBic
85 grados	- 4,5 dBic
90 grados	- 7.5 dBic

Tabla 7(a)

Ángulo de elevación - valor absoluto	Ganancia Mínima (banda L1, L5 y E5)
< 85 grados	5,0 dBic
90 grados	- 2,0 dBic
Por encima de 120 grados	- 10,0 dBic

Tabla 7(b)

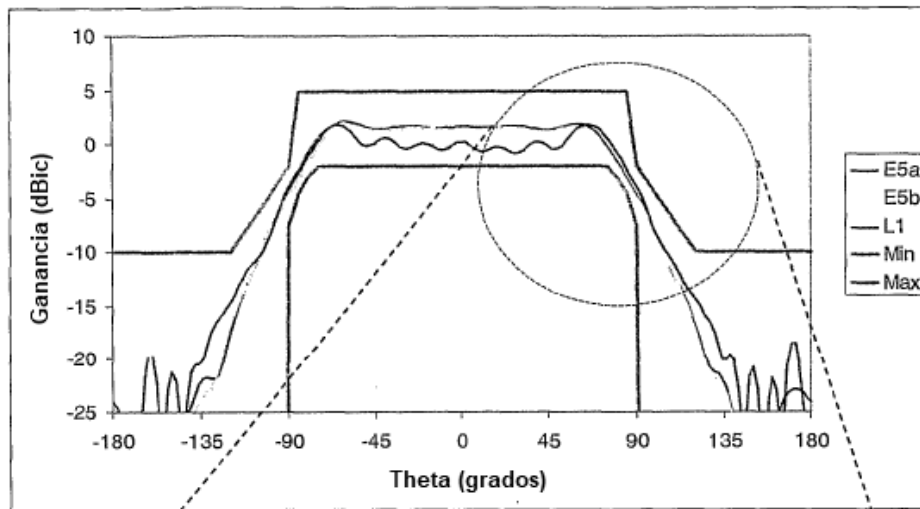


Figura 8(a)

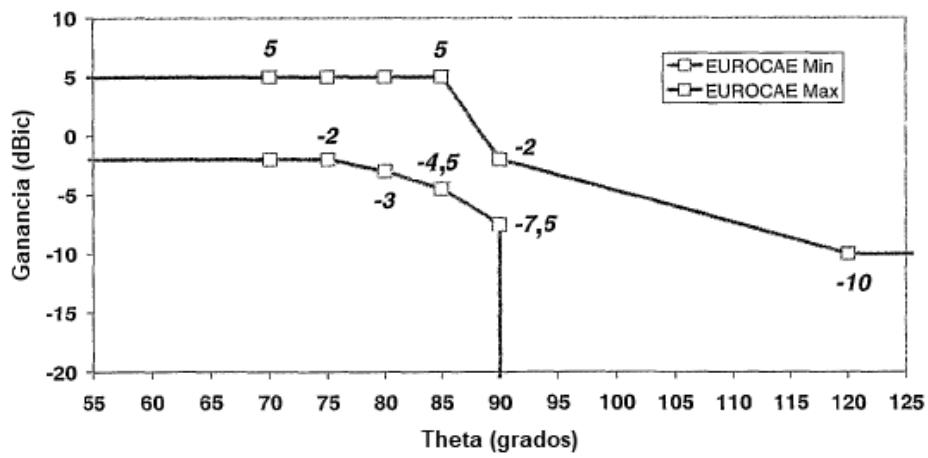


Figura 8(b)

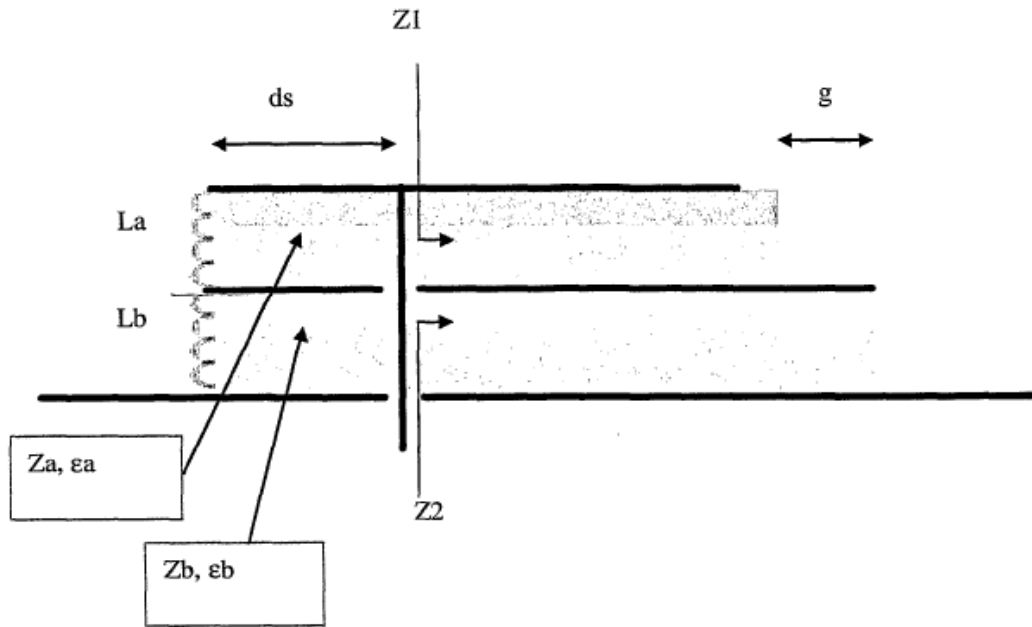


Figura 9