

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 724 524**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/34 (2006.01)
H01Q 9/28 (2006.01)
H01Q 21/26 (2006.01)
H01Q 21/28 (2006.01)
B63G 8/38 (2006.01)
H01Q 25/00 (2006.01)
H01Q 9/18 (2006.01)
H01Q 5/48 (2015.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.07.2012 E 12176361 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 2546925**

54 Título: **Módulo de antena**

30 Prioridad:

15.07.2011 DE 102011107417

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

11.09.2019

73 Titular/es:

**AEROMARITIME SYSTEMBAU GMBH (100.0%)
Ludwig-Erhard-Strasse 16
85375 Neufahrn, DE**

72 Inventor/es:

KLUKAS, RALF, DR.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 724 524 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).

DESCRIPCION

Módulo de antena

5 I. Campo de aplicación

El invento se refiere de manera general a un módulo de antena con una pluralidad de funciones para su uso en varios rangos de frecuencia. El campo de aplicación principal del sistema según la invención son sistemas de antena de submarinos.

10 II. Antecedentes técnicos

15 En caso de utilizar antenas dipolo $\lambda/2$ las dimensiones de la antena son determinadas por las longitudes de onda asociadas al respectivo rango de frecuencia. En caso de utilizar dos elementos radiantes, es decir, con una longitud global de $\lambda/2$, por lo tanto, se requiere por ejemplo en el rango de ondas ultracortas con una frecuencia de 100 MHz un cuerpo de antena de una longitud de 1,5 m para obtener una emisión resonante. Mediante unas medidas apropiadas es posible acortar dichas longitudes, pero en la mayoría de los casos solamente en una escala reducida.

20 Puesto que además, incluso en caso de utilizar antenas de banda ancha, el rango de frecuencia de la antena que respectivamente está disponible, es limitado, habitualmente se utiliza para varios rangos de frecuencia una cantidad de antenas que corresponde al número de los rangos de frecuencia.

25 Sin embargo, en aquellos casos en que se requieren varios rangos de frecuencia pero al mismo tiempo las dimensiones del sistema de antenas están limitadas por el espacio disponible, ello puede implicar problemas.

Un ejemplo para ello es un sistema de antenas de un submarino. En este caso se requieren para la comunicación o la localización de posición o similares unas antenas en diversos rangos de frecuencia, por ejemplo en:

30	VHF _{LOW}	30 - 88 MHz
	VHF	100 - 164 MHz
	UHF	220 - 400 MHz
	IFF (identification friend foe)	1030 / 1090 MHz
	GPS	1575,41 / 1227,6 MHz
35	Inmarsat RX	1530 - 1545 MHz
	Inmarsat TX	1626,5 - 1646,5 MHz

40 Aparte de la oferta limitada de espacio disponible, para un sistema de antenas empleado por los submarinos un requisito adicional existe en el hecho de que la estructura completa de la antena debe ser la más compacta posible, debido al posicionamiento en el revestimiento exterior del fuselaje del submarino durante la radiocomunicación y las cargas asociadas por el agua circundante. Al mismo tiempo se debe asegurar también la mayor estabilidad posible del sistema de antenas frente a las cargas mecánicas, ya que las ondas de choque en el agua pueden causar unas cargas horizontales breves de hasta 400 G así como cargas verticales hasta en el rango de 150 G.

45 Diversos enfoques para solucionar este problema utilizan habitualmente el principio de un sistema de antenas ("stack antenna") realizado a modo de módulo, en el cual los diversos haces de las respectivas antenas son aplicados sobre un componente oblongo, el soporte de antena.

50 Debido a las dimensiones de los haces de las antenas individuales empleadas, dicho sistema de antenas presenta habitualmente una longitud correspondiente, lo que no solamente tiene efectos negativos en lo que se refiere a la estabilidad mecánica y el comportamiento frente a la presión y el flujo del agua, sino una antena con dicha altura total ya no podría ser introducida en el fuselaje de un submarino.

55 Un enfoque de solución del solicitante que se ha mostrado ser extremadamente exitoso consiste en utilizar, en un sistema de antenas correspondiente, al menos uno de los haces para más de un rango de frecuencia. En este sentido, el desacoplamiento de las antenas se realiza a través de una geometría especial con unos conductos de cortocircuito adaptados. Dicho sistema se describe en el documento DE 10239874 A1.

60 No obstante, incluso con este sistema no es posible cumplir con todas las exigencias con respecto a la funcionalidad deseada de un sistema de antenas correspondiente.

65 En particular, las funciones tales como un acoplamiento o una comunicación de submarinos en el estándar de "Link 16" requieren unas soluciones especialmente adaptadas para los módulos de antena de una configuración correspondiente. Link 16, en este caso, se refiere a un estándar militar de intercambio de datos de la OTAN y se define como servicio de datos digital del proceso de comunicación MIDS en el "Standardization Agreement STANAG 5516" de la OTAN.

El documento US 4,030,100 muestra un módulo de antena con una antena IFF de polarización lineal y una antena GPS de polarización circular que están dispuestas coaxialmente sobre un eje. Las antenas están aisladas y separadas espacialmente la una de la otra a través de un escudo aislante, una placa de fondo no conductora y una junta exterior entre las antenas.

El documento DE 20 2008 005 765 U1 muestra un módulo de antena con varias antenas dispuestas a lo largo de un eje que, sin embargo, también están realizadas separadas las unas de las otras.

III. Representación de la invención

a) Tarea técnica

El objeto de la invención es proporcionar un módulo de antena que facilite una utilización para al menos dos servicios diferentes de comunicación, en particular rangos de frecuencia, y no obstante presente una estructura compacta, estable y de fácil construcción, con un buen desacoplamiento de los diversos servicios de comunicación.

b) Solución del objeto

Dicho objeto es solucionado a través de las características de la reivindicación 1. Unas formas de realización ventajosas se desprenden de las subreivindicaciones.

La invención propone que, en un módulo de antena con al menos dos elementos radiantes accionables con independencia el uno del otro, que están dispuestos axialmente uno tras el otro sobre un eje común A, se aprovechen las partes físicas del módulo de antena al menos en parte de manera común por ambos elementos radiantes. Ello significa que al menos una parte física del módulo de antena funciona tanto como primer y como segundo elemento radiante.

Dicha utilización común de los mismos componentes podía ser realizada, utilizando una antena de polarización lineal, como por ejemplo una antena dipolo de banda ancha y una antena de polarización circular, como por ejemplo una antena dipolo plegable en cruz o una antena en espiral, como elementos radiantes. De manera ventajosa, sin embargo, dichos dos elementos radiantes serán operados sin interferencias mutuas, a pesar de la superposición espacial.

Puesto que una antena de polarización lineal comprende dos mitades de dipolo, según la invención una de las dos mitades de dipolo, es decir, la parte física que funciona como mitad de dipolo, también puede representar un componente de la antena de polarización circular. No obstante, para un funcionamiento correcto de la antena de polarización circular, ésta debería disponer aun de partes físicas adicionales para formar unos bucles. Éstos pueden juntarse a este efecto por ejemplo directamente con aquella parte física que funciona como mitad de dipolo.

A continuación se parte de la idea de que, como antena de polarización lineal, se utiliza una antena dipolo de banda ancha y como antena de polarización circular una antena dipolo plegable en cruz. No obstante también se pueden utilizar otras subformas discretivas de las antenas mencionadas. Es decir, si se habla por ejemplo de una antena dipolo plegable en cruz, también se entenderá cualquier otra forma de una antena de polarización lineal. En particular, en lugar de una antena dipolo plegable en cruz se puede emplear una antena en espiral ya que ésta también presenta un cilindro dispuesto a lo largo del eje A del módulo de antena, y su superficie exterior es formada por varios segmentos separados los unos de los otros, que se extienden sustancialmente de abajo hacia arriba (es decir, en la dirección del eje A). Una diferencia consiste únicamente en el hecho de que los segmentos dipolo plegable en cruz se extienden esencialmente hacia arriba, rectos y/o sin torsiones, mientras que los segmentos de la antena en espiral se retuercen alrededor del eje A, es decir, se extienden desde abajo hacia arriba en forma de espiral. Una antena en espiral puede comprender un múltiple de dos segmentos. En particular, sin embargo, la alimentación de los segmentos, el empleo de segmentos intermedios (a los que se refiere en lo consecutivo como segmentos dipolo de banda ancha) y la utilización de soportes no conductores, dispuestos horizontalmente (tal como se describirá a continuación) también puede ser realizado de la misma manera utilizando una antena en espiral. Sin embargo, la antena en espiral, contrariamente a la antena dipolo plegable en cruz propuesta, presenta preferiblemente una forma de cilindro circular, orientada a lo largo del eje A, pero también puede tener la forma de una antena dipolo plegable en cruz, descrita a continuación.

Si se utilizan como antena dipolo de banda ancha dos semiesferas dirigidas una hacia la otra con su lado exterior convexo y orientadas en la dirección axial del módulo de antena (como partes físicas), y una de las dos semiesferas está prolongada en su extremo abierto de tal manera que la forma que resulta puede ser utilizada como antena dipolo plegable en cruz. A este efecto es ventajoso si la forma de la semiesfera correspondiente es prolongada en su extremo abierto de tal manera que la abertura de la semiesfera vuelve a reducirse de este modo. En el resultado, la forma de la semiesfera modificada presenta, interpretada bastamente, la forma de una esfera hueca. En este sentido, la semiesfera superior no se cierra por completo. Las dos semiesferas pueden presentar una forma parabólica.

La semiesfera superior, que es utilizada como antena dipolo de banda en cruz, según la invención funciona por lo tanto como mitad de dipolo de la antena dipolo de banda ancha. La parte inferior de la antena dipolo en cruz, por lo tanto, sirve como polo opuesto para la semiesfera inferior. El conductor exterior del conducto de empalme, en particular un conductor de un cable coaxial, tiene contacto en la semiesfera superior. En su totalidad, la semiesfera superior e inferior actúan como dipolo.

La parte física que se utiliza como antena dipolo plegable en cruz puede tener la forma de una antena llamada "eggbeater" (= antena con forma de batidor). A este efecto, la esfera antes mencionada y/o la semiesfera modificada puede presentar unas hendiduras que se extienden preferiblemente en dirección axial. Como consecuencia de las hendiduras se crean varios segmentos dipolo plegable en cruz que se extienden en sentido axial. Éstos forman la forma característica de la antena "eggbeater". De manera preferente, aquí se emplean unos segmentos dipolo plegable en cruz distribuidos de modo homogéneo sobre el perímetro alrededor del eje A. Preferentemente, los segmentos dipolo plegable en cruz sirven como componentes tanto de la antena dipolo de banda ancha como de la antena dipolo plegable en cruz. De modo preferible, los segmentos dipolo plegable en cruz configuran parte de la superficie de la esfera antes mencionada, es decir, de la semiesfera superior modificada.

Sin embargo, como consecuencia de las hendiduras mencionadas, se produce el problema de que la ondulación de la antena dipolo de banda ancha en su radiación omnidireccional es ampliada de manera no deseada. Ello lleva a la desventaja de que una imagen de radiación menos homogénea es provocada en el plano horizontal por la antena dipolo de banda ancha.

Para compensar esta desventaja, entre los segmentos dipolo plegable en cruz pueden estar previstos unos segmentos dipolo de banda ancha adicionales que también se extienden en dirección axial (y por lo tanto forman también parte de la superficie de la esfera antes mencionada). Dichos segmentos dipolo de banda ancha adicionales causan una imagen de radiación más homogénea en el plano horizontal de la antena dipolo de banda ancha, sin influir en el comportamiento de radiación de la antena dipolo plegable en cruz. De manera preferente, los segmentos dipolo de banda ancha, a diferencia de los segmentos dipolo plegable en cruz, sirven únicamente como componentes de la antena dipolo de banda ancha y por lo tanto no como elementos de los segmentos dipolo plegable en cruz, aunque dicho uso sea concebible. De manera preferente, los segmentos dipolo de banda ancha forman parte de la superficie de la esfera antes mencionada y/o de la semiesfera modificada.

De modo preferible, los segmentos dipolo de banda ancha son más estrechos que aquellos de los segmentos dipolo plegable en cruz. Además, de manera preferible, entre dos segmentos dipolo plegable en cruz está provisto respectivamente un segmento dipolo de banda ancha, de modo que, en una forma de realización especialmente preferida, cuatro segmentos dipolo plegable en cruz dan lugar a una totalidad de ocho hendiduras entre ocho segmentos. Dichas hendiduras tienen preferiblemente la misma anchura, es decir, los segmentos están repartidos en su totalidad de modo homogéneo sobre la periferia.

La antena dipolo plegable en cruz comprende preferentemente un cilindro dispuesto centralmente a lo largo del eje A que se extiende en el interior de los segmentos. Éste puede sobresalir más allá del extremo abierto de la antena dipolo plegable en cruz. Preferiblemente, el cilindro central sirve como polo opuesto para cada uno de los segmentos dipolo plegable en cruz. En el cilindro hueco puede estar situada la red de adaptación para el entero módulo de antena, en particular para la antena dipolo plegable en cruz y/o para las antenas dispuestas en su extremo superior, que se describirán en detalle a continuación.

La semiesfera superior, de modo preferente, no está cerrada por completo en su parte superior. Los diversos segmentos dipolo plegable en cruz deberían estar desacoplados galvánicamente los unos de los otros. Los extremos superiores de los diversos segmentos dipolo plegable en cruz convergen pero preferiblemente están separados los unos de los otros. De modo preferente, los extremos superiores de los diversos segmentos están sujetos en las salidas de la red de alimentación que se encuentran en el interior del cilindro. El cilindro puede comprender una abertura en los puntos correspondientes.

Por lo tanto, no existe ninguna unión galvánica entre el cilindro hueco y los extremos superiores de los segmentos dipolo plegable en cruz, sino solamente en el extremo inferior de la semiesfera. Las conexiones en los extremos superiores de los segmentos pueden extenderse hacia dentro del cilindro hueco a través de pequeñas aberturas, sin tener contacto con el cilindro hueco. Allí, las mismas son conectadas preferiblemente con la red de alimentación.

Adicionalmente, los segmentos dipolo plegable en cruz presentan de manera preferente unos soportes que apoyan los segmentos dipolo plegable en cruz respectivamente en el cilindro hueco. A este efecto, los elementos de soporte pueden extenderse, partiendo del lado interior de los segmentos dipolo plegable en cruz, hacia el interior hasta el cilindro hueco y crear de esta manera una unión entre los segmentos y el cilindro hueco. Sin embargo, preferiblemente no se trata de uniones galvánicas. Entre los extremos de los soportes y el cilindro hueco puede encontrarse un dieléctrico que separa el cilindro hueco galvanicamente de los soportes, pero que aumenta la interferencia capacitativa. Los soportes pueden servir como carga capacitativa para la antena dipolo plegable en cruz.

Tal como ya ha sido mencionado, el cilindro hueco sobresale preferiblemente hacia arriba, más allá de la antena dipolo plegable en cruz. Preferiblemente, alrededor de esta parte sobresaliente del cilindro está dispuesta una antena de bucle. De modo preferible, la antena de bucle está dirigida ortogonalmente con respecto al eje A. La antena de bucle puede presentar tal forma que minimiza el acoplamiento y por lo tanto la interferencia mutua entre la antena dipolo plegable en cruz y la antena de bucle. A este efecto resulta ser ventajoso si la forma de bucle corresponde más o menos a la forma de una hoja de trébol, encontrándose las hojas en cada caso – visto desde arriba en una vista en planta – entre los segmentos dipolo plegable en cruz. Preferiblemente, por lo tanto, en la vista en planta desde arriba las hojas están dispuestas aproximadamente encima de los segmentos dipolo de banda ancha. La antena de bucle puede presentar igualmente la forma de un polígono, en particular de un rectángulo, estando los lados del rectángulo realizados de modo cóncavo, es decir, están curvados hacia el interior. En este caso, los ángulos ventajosamente redondeados del polígono se encuentran, en la vista en planta desde arriba, entre los segmentos dipolo plegable en cruz y/o encima los segmentos dipolo de banda ancha.

De modo adicional, el módulo de antena puede presentar una antena en espiral que puede comprender en particular dos brazos en espiral. Dicha antena en espiral está dispuesta preferiblemente por encima de la antena de bucle. En particular, puede estar dispuesta sobre la cara frontal, preferiblemente cerrada, del extremo superior del cilindro.

De modo preferente, la alimentación en la antena dipolo plegable en cruz se realiza respectivamente en los extremos superiores de los segmentos dipolo plegable en cruz. Las superficies opuestas sobre el cilindro, es decir, particularmente sobre la pared circunferencial exterior del mismo que consiste preferiblemente de un material electroconductor, también son alimentadas en su parte superior.

El punto de alimentación para la antena dipolo de banda ancha se encuentra de manera preferente en la zona entre las dos mitades de dipolo, a saber, particularmente en la zona entre las dos semiesferas.

Preferentemente, cada una de las antenas, a saber, la antena dipolo de banda ancha, la antena dipolo plegable en cruz, la antena de bucle y la antena en espiral, comprende una propia alimentación de señal. Estas pueden estar realizadas por un cable coaxial. De manera preferente, los cables coaxiales se extienden uno al lado del otro, es decir, separados el uno del otro.

Alternativamente, los cables coaxiales pueden ser guiados de modo concéntrico los unos en los otros. De manera preferible – si se realiza una alimentación de señales de cada una de las antenas desde abajo – los diversos cables coaxiales están guiados los unos en los otros de tal modo que en cada caso el cable coaxial de una antena está dispuesto en el interior del cable coaxial que alimenta la antena situada por debajo de esta antena. De acuerdo con ello, preferentemente, el cable coaxial de la antena dipolo de banda ancha situada lo más abajo está dispuesto en la parte más exterior y el cable coaxial de la antena en espiral que está situada lo más arriba en el módulo de antena está dispuesto en la parte más interior. En este sentido, preferiblemente también los dos conductores de un cable coaxial están guiados también de modo concéntrico el uno en el otro.

En su interior, la antena dipolo de banda ancha puede comprender un tubo desprovisto de campo que se extiende centralmente en el interior de la misma, a lo largo del eje A. En el interior del tubo desprovisto de campo pueden estar dispuestas las alimentaciones de señal hacia las demás antenas, a saber, que están situadas más arriba, preferiblemente una al lado de otra. El tubo está desprovisto de campo en su interior por el hecho de que es electroconductor. Ello provoca que los cables de alimentación, es decir, las alimentaciones de señal, que se extienden en el interior, no están expuestas a ningún campo eléctrico. De modo preferente, el tubo no influye sobre la funcionalidad del propio haz de antena. Por lo tanto, el tubo debería ser lo más delgado posible.

El tubo desprovisto de campo que empieza preferiblemente en el extremo inferior del módulo de antena y termina en la zona entre la semiesfera inferior y superior, puede estar realizado en una sola pieza y/o electroconductor con el cilindro hueco. El cilindro puede tener un diámetro superior al tubo desprovisto de campo ya que dentro del cilindro debería estar dispuesta la red de alimentación. De modo preferente, el cilindro se extiende únicamente en el interior de la semiesfera superior, el tubo desprovisto de campo únicamente dentro de la semiesfera inferior. No obstante, el cilindro también puede extenderse en la zona entre las dos semiesferas, siendo en dicha zona preferentemente más delgado que en la zona de la semiesfera superior. Es decir, el cilindro puede conectar la semiesfera superior con la semiesfera inferior. Sin embargo, la zona entre la semiesfera superior y la semiesfera inferior, al menos en parte, no debería ser formada por el cilindro sino por un segmento separado del cilindro, no electroconductor, que se extiende a lo largo del eje A, para aislar eléctricamente las dos mitades de dipolo la una de la otra. Finalmente también es posible que la zona entre la semiesfera superior y la semiesfera inferior esté formada al menos en parte por la prolongación en forma de cilindro, extendiéndose a lo largo del eje A, de la semiesfera inferior.

El tubo puede estar conectado a masa. De modo preferente, el tubo forma el empalme, es decir, el cable de alimentación para la mitad de dipolo superior de la antena dipolo de banda ancha. Es decir, la semiesfera superior está conectada preferiblemente eléctricamente con el tubo. Por lo tanto, el cable de alimentación para la mitad de dipolo inferior está guiado preferentemente a través de un orificio en el tubo, sin contactar el mismo eléctricamente, y está unido con la semiesfera inferior. La semiesfera inferior comprende preferiblemente en su extremo inferior unas resistencias de terminación a través de las cuales puede estar conectada con el tubo. Las resistencias de

terminación, en este caso, sirven particularmente para la adaptación forzada de la antena dipolo de banda ancha con frecuencias profundas.

5 De modo preferente, las semiesferas, en particular la semiesfera inferior, está configurada de tal modo que funcionan como una antena Vivaldi. En particular, en su caso, la característica del acoplamiento en banda ancha y/o adaptación en banda ancha y/o la impedancia de entrada independiente de la frecuencia y/o la impedancia de entrada de banda ancha corresponde a la de una antena Vivaldi. Preferiblemente, por lo tanto, la impedancia de entrada es, como en una antena Vivaldi, al menos teóricamente independiente de la frecuencia. Puede presentar las características de una antena Vivaldi particularmente con frecuencias elevadas, por ejemplo con frecuencias de más de 300 MHz o de más de 400 MHz, por ejemplo de 400-3000 MHz. La antena dipolo de banda ancha puede estar realizada con una extensión más o menos exponencial, tal como ello es el caso de una antena Vivaldi. Sin embargo, a diferencia de la antena dipolo de banda ancha según la invención, es una antena plana, es decir, una bocina exponencial bidimensional con una superficie de antena que sube exponencialmente.

15 Entre la semiesfera inferior y el tubo exento de campo puede existir un espacio hueco. Dicho espacio hueco puede estar relleno, al menos en parte, de un material absorbente, como por ejemplo una espuma de antena. De modo preferible, la espuma de antena presenta una forma de pirámide. El ápice de la pirámide puede estar orientado hacia arriba. En este caso, la espuma de antena tiene preferentemente la función de reducir o incluso suprimir completamente la expansión de la onda de revestimiento sobre el tubo exento de campo.

20 La alimentación hacia los cuatro segmentos dipolo plegable en cruz se realiza preferiblemente a través de un desfaseador. Dicho desfaseador puede estar dispuesto en el interior del cilindro. De modo preferente, el juego de fases resultante entre los diversos segmentos dipolo plegable en cruz es de 90°.

25 De modo preferible, la forma y el posicionamiento de la semiesfera superior y de la semiesfera inferior se seleccionan de tal manera que la antena dipolo plegable en cruz y la antena dipolo de banda ancha no interfieren. Por lo tanto, es deseable que la antena dipolo plegable en cruz y la antena dipolo de banda ancha no influyan de modo desventajoso la una en la otra. Se debe entender que las radiaciones generadas por las dos antenas no se ven afectadas la una de la otra. Estas características deseadas de no-interferencia, es decir, de la capacidad de ambas antenas de ser operadas de modo independiente la una de la otra, representa una ventaja especial del módulo de antena según la invención, en particular si éste corresponde a la forma de realización descrita más arriba o aquella que se describirá a continuación a través de las figuras.

35 c) Ejemplos de realización

Unas formas de realización según la invención se describen en detalle a continuación. Muestran:

Fig. 1: Una vista lateral en perspectiva del módulo de antenas según la invención

40 Figura 2: Una vista en perspectiva desde arriba sobre el módulo de antena de la Fig. 1

Figura 3: Una vista lateral en perspectiva del módulo de antena de la Fig. 1, en el cual, por motivos de transparencia, se ha omitido un ala

45 Figura 4: Una vista lateral en perspectiva del módulo de antena de la Fig. 1, en el cual, por motivos de transparencia, se ha omitido un segmento dipolo plegable en cruz.

50 Las figuras 1 - 4 muestran el módulo de antena según la invención 1 desde varias vistas en perspectiva, siendo en las figuras 3 y 4 también los componentes interiores, tal como el cilindro 9 y el tubo exento de campo 12.

55 El módulo de antena según la invención 1 está construido aproximadamente con simetría axial, extendiéndose el eje simétrico A en la figura 1 desde abajo hacia arriba en dirección vertical. A lo largo de dicho eje están dispuestas las diversas antenas del módulo de antena una tras la otra, o intercaladas una en la otra. También la alimentación de señales hacia las diversas antenas se realiza a lo largo de este eje.

60 Por lo tanto, los conductos que proporcionan las alimentaciones de señales hacia las diversas antenas se extienden desde abajo hacia arriba, por ejemplo a partir de un mástil de antena 22 que está situado en la parte inferior del módulo de antena y está hueco, al menos en parte. El mástil de antena puede servir al mismo tiempo para la fijación del módulo de antena, por ejemplo en un submarino. De modo preferente, el mástil de antena 22 está dispuesto centralmente y a lo largo del eje A. El tubo exento de campo 12 más delgado se extiende hasta dentro del mástil de antena más grueso y de modo preferible penetra el mismo sobre su longitud entera. Sin embargo, el mástil de antena 22 es meramente opcional y también puede ser omitido, extendiéndose en este caso el tubo 12 hasta el extremo inferior del módulo de antena 1.

65 Preferiblemente, el mástil de antena está aislado con respecto a los elementos radiantes. Alternativamente, el mástil de antena también puede ser electroconductor con el borde inferior de la semiesfera inferior 6 de la antena dipolo de

banda ancha 2, de modo que el mástil de antena es una parte radiante, no de alta frecuencia, sino preferiblemente solamente de baja frecuencia, de la antena dipolo de banda ancha.

5 Preferiblemente, el módulo de antena está rodeado por un cilindro (no representado) tal como por ejemplo una cúpula, cuyo lado superior está cerrado por una semiesfera. Dicho cilindro sirve para la protección del módulo de antena y se compone de modo preferible de un material, que puede penetrar la radiación de la antena sin obstáculos. Por ejemplo puede componerse de un material GFK. Puede ser forrado encima del módulo de antena y ser atornillado en unos taladros correspondientes en la base del módulo de antena.

10 Tal como se puede reconocer en la figura 1, el módulo de antena 1 se compone sustancialmente de una semiesfera 7 superior hueca en forma de bola (o respectivamente la parte en forma de bola 7), que descansa sobre una semiesfera inferior 6 (o la parte inferior 6). La semiesfera inferior 6 está realizada también en forma de bola en el punto de alimentación de la antena dipolo de banda ancha, a saber, en su parte superior, y más abajo, es decir, en dirección de la base, está realizada en forma de cono. En este sentido, la semiesfera inferior se compone de la forma 21 que presenta aproximadamente la forma de una cuarta esfera hueca, abierta hacia abajo, a la cual siguen unas alas 11 similares a placas que recrean la forma de bola de la semiesfera inferior extendiéndose hacia abajo y están separadas por hendiduras. Las alas 11, como todos los componentes de la semiesfera superior e inferior se componen de un material electroconductor, por ejemplo de chapa.

15 La parte en forma de bola 7 sirve como antena dipolo plegable en cruz. La parte en forma de bola 7 comprende un canto 15 que se extiende horizontalmente, a saber, de modo ortogonal con respecto al eje A, se extiende alrededor de la parte en forma de bola, a saber, aproximadamente a la altura del primer quinto y el segundo quinto de la altura total de la parte en forma de bola.

20 Debido al canto 15, aquella parte de la parte en forma de bola 7 que está dispuesta por debajo del canto 15, está orientada hacia abajo, es decir, hacia la parte en forma de cono 6, es decir, la semiesfera 6, mientras que aquella parte situada por encima del canto 15 está dirigida hacia el lado o hacia arriba. Las partes situadas por debajo y por encima del canto 15 funcionan conjuntamente como una mitad de dipolo de la antena dipolo de banda ancha 2. En este sentido, la parte situada por debajo del canto 15 es decisiva para las frecuencias más elevadas, en particular para las frecuencias encima de 500 MHz. Para las frecuencias más bajas, el dipolo (y por lo tanto la longitud de la antena dipolo de banda ancha entera) debe presentar una longitud determinada. El funcionamiento correspondiente para frecuencias más bajas, por lo tanto, puede ser presentado en la semiesfera inferior por el mástil de antena. La parte en forma de bola 7 y la semiesfera inferior 6 sirven conjuntamente como dipolo 2 de la antena dipolo de banda ancha 2.

25 Según la invención, por lo tanto, el módulo de antena 1 comprende por lo menos una sección 7 a lo largo del eje A que funciona tanto como antena dipolo plegable en cruz 2, como también como antena dipolo de banda ancha 3. Los componentes del módulo de antena 1, en particular los elementos radiantes 2 y 3, están realizados de modo simétrico con respecto al eje A.

30 La parte en forma de bola 7 está interrumpida en dirección longitudinal por ocho hendiduras que se extienden en dirección vertical, esencialmente en paralelo al eje A. De modo preferente, las hendiduras no están repartidas homogéneamente sobre la periferia, sino de tal manera que resultan entre las hendiduras cuatro segmentos más delgados, opuestos y orientados ortogonalmente los unos con respecto a los otros, y cuatro segmentos más gruesos, opuestos y orientados ortogonalmente los unos con respecto a los otros. Los segmentos más gruesos 7a - d son componentes de la antena dipolo plegable en cruz y de la antena dipolo de banda ancha, mientras que los segmentos más delgados 7i - l solamente son componentes de la antena dipolo de banda ancha. Los segmentos están realizados en forma de placa y forman la superficie de la parte en forma de bola 7.

35 Los segmentos dipolo plegable en cruz más anchos 7a - d están apoyados a la altura del canto 15 respectivamente a través de un soporte, a saber, un elemento transversal 7e - h en un cilindro hueco central 9 que se extiende a lo largo del eje A. También cabe la posibilidad de que los soportes empiezan tanto por encima del canto 15 como por debajo del canto 15. Los soportes 7e - h, por lo tanto, conectan el cilindro 9 con los segmentos 7a - d y en este sentido están orientados preferiblemente en dirección horizontal. Los soportes son sujetados en el cilindro con un material dieléctrico que no es conductor.

40 Adicionalmente, los segmentos dipolo plegable en cruz 7a - d están apoyados y estabilizados hacia abajo por unos elementos longitudinales 23 aislantes y dispuestos en sentido vertical, sujetados en el borde inferior 20 del módulo de antenas y situados preferiblemente entre las alas 11.

45 La semiesfera superior 7. Por lo tanto, está formada por un total de ocho brazos, a saber, los segmentos 7a - d, 7i - l. Respectivamente 4 de ellos siempre presentan unas medidas idénticas.

50 Los cuatro brazos más anchos, a saber, los segmentos 7a - d son parte de la antena dipolo de banda ancha, así como de la antena dipolo plegable en cruz, mientras que los cuatro brazos más delgados, a saber, los segmentos 7i - l son únicamente parte de la antena dipolo de banda ancha.

Los brazos más delgados adicionales $7i - I$ sirven para la característica omnidireccional de la antena dipolo de banda ancha 2, para lograr la ondulación más reducida posible a través de la dirección horizontal de expansión.

5 En un principio, la antena dipolo de banda ancha 2 se compone de dos semiesferas asimétricas 6,7, ambas de las cuales presentan un recorrido exterior aproximadamente exponencial. A lo largo del eje axial A, en el interior de la semiesfera inferior 6, se encuentra un tubo 12 que está exento de campo en su interior. A través del mismo se guían todos los cables coaxiales 16 - 19, que se requieren para la alimentación de todos los elementos de la antena.

10 Sin embargo, hay que tener en consideración que, en la semiesfera superior 6, el recorrido exponencial es limitado hacia arriba por el canto 15 al cual sigue otro recorrido aproximadamente exponencial o presentando una forma de semiesfera que, sin embargo, contrariamente al primero, no abre la semiesfera de manera creciente hacia arriba, sino la cierra.

15 Las dos semiesferas 6, 7 presentan en una vista lateral los recorridos de dos curvas exponenciales diferentes, una de las cuales está dirigida hacia abajo (la de la semiesfera 6) y la otra hacia arriba (la de la semiesfera 7). El recorrido exponencial de la semiesfera superior 7 llega hasta el canto 15. En este sentido, el eje A representa el eje funcional de las funciones exponenciales de las curvas. Partiendo de la zona entre las dos semiesferas 6, 7, por lo tanto, en ambas curvas el crecimiento en la extensión vertical es exponencialmente creciente en relación con el ensanchamiento en la extensión horizontal. En este caso, el crecimiento de la curva inferior, es decir, de la semiesfera inferior 6 es superior a él de la semiesfera superior 7, de modo que la semiesfera inferior 6 en la extensión vertical es mayor, es decir, más alta, que la semiesfera superior 7. No obstante, las dos semiesferas tienen la misma anchura aproximadamente en sus puntos más anchos, es decir, con respecto a la semiesfera inferior en la zona del borde inferior 20 del módulo de antena y con respecto a la semiesfera superior 7 en el canto 15. Puesto que las dos semiesferas 6, 7 tienen simetría rotacional con respecto al eje A, sus formas resultan por una rotación de las respectivas curvas exponenciales alrededor del eje A.

20 Tal como ya se ha mencionado, la mitad inferior de la semiesfera superior 7 presenta un recorrido exponencial. A partir de la altura del diámetro más grande, el recorrido exterior cambia y sigue la forma de una semiesfera de bola hasta el extremo abierto. El diámetro más grande es definido por el canto 15.

25 De modo adicional, en el interior de la semiesfera inferior 6, entre el tubo 12 y la pared interior de la semiesfera inferior 6, se encuentra una espuma de antena 11. Ésta sirve como material absorbente HF que suprime una expansión de corriente de camisa en el lado exterior del tubo 12.

30 La semiesfera inferior 6, así como la parte exponencial de la semiesfera superior 7 forman conjuntamente una abertura de antena con simetría radial que crece de modo exponencial. El recorrido exponencial permite una independencia de la frecuencia de banda ancha, la simetría radial una emisión omnidireccional. Para la optimización del rango de frecuencia de 400 - 3000 MHz, la antena funciona según el principio de una antena Vivaldi (con banda muy ancha). Para la gama de entre 30MHz - 400MHz las dos semiesferas 6, 7, que funcionan como mitades de dipolo de la antena dipolo de banda ancha, actúan como dipolo grueso de banda ancha. Para lograr una buena adaptación en los rangos de frecuencia inferiores en 30 MHz, la semiesfera inferior 6 es conectada con el tubo 12 a través de unas resistencias en sus extremos hacia la base de la antena.

35 La estructura puede ser considerada como híbrido entre una antena de abertura exponencial y un dipolo grueso cilíndrico, y crea una antena con un ancho de banda de 2 décadas (30MHz - 3000 MHz). La polarización de la antena es linealmente vertical. La alimentación de la antena se realiza a través de un cable coaxial 13, que es guiado a través de un taladro en el tubo 12 a la altura de la punta de la semiesfera inferior 6 y cuyo conducto interior es conectado con la semiesfera inferior 6. El conducto exterior está conectado con el tubo 12 y con la semiesfera superior 7.

40 La antena dipolo plegable en cruz 3 se realiza a través de los cuatro brazos, es decir, 4 segmentos, de la semiesfera superior. En cada brazo $7a - d$, en el lado interior está sujetado un soporte $7e - h$ dirigido hacia el cilindro 9, que sirve como carga capacitiva de la antena y por lo tanto facilita un modo de construcción compacto. Los soportes $7e - h$ no están unidos de manera galvánica con el cilindro 9 sino están sujetos a través de un anillo de plástico.

45 La antena dipolo plegable en cruz 3 es alimentada a través de una red de separación en los extremos abiertos de los brazos $7a - d$. La red de separación reparte la señal hacia los cuatro brazos $7a - d$ con la misma amplitud y desfase. El desfase entre brazos adyacentes es respectivamente de 90° , lo que lleva a una emisión circular. En este caso se realiza el desfase de tal modo que la antena tiene una polarización circular derecha (RHCP), lo que se necesita para la comunicación SATCOM. La red está dispuesta en el interior del cilindro 9 y ha sido realizada sobre platinas conductoras en tecnología microstrip. La superficie de masa está conectada galvánicamente con el cilindro. Los segmentos intermedios estrechos $7i - I$ solamente tienen una influencia despreciablemente reducida sobre la funcionalidad de la antena dipolo plegable en cruz 3.

50

La particularidad innovadora de la antena consiste en que la parte superior 7 de la antena dipolo de banda ancha forma al mismo tiempo el elemento de antena dipolo plegable en cruz 3.

5 La red de separación se compone de un total de dos elementos separados de platina. Por una parte, un así llamado "Rat-Race", un acoplador anular de una tecnología microstrip que, mediante una conmutación apropiada, contribuye al hecho de que dos rutas tienen un desfase de 180° la una con respecto a la otra. En la segunda etapa estas dos rutas son conmutadas en un divisor Wilkinson que divide las dos rutas de señales diferenciales otra vez respectivamente en dos rutas desfasadas en 90° . Por lo tanto resultan cuatro rutas con respectivamente un desfase de 90° . Las cuatro rutas se acumulan entonces sobre una última platina con una red de adaptación idéntica para cada ruta, que transforma la impedancia de línea en la impedancia de entrada de los diversos brazos 7a - d.

15 Una antena de bucle 4 está dispuesta por encima de la antena dipolo plegable en cruz y rodea el cilindro 9 que sobresale con un segmento de cilindro superior 13 hacia arriba desde la antena dipolo plegable en cruz, en una alineación horizontal.

La antena de bucle 4 es un bucle abierto de conexión y se utiliza para la recepción activa de señales HF en la gama de 10kHz - 30MHz. A este efecto se debe utilizar un amplificador correspondiente.

20 La longitud eléctrica relativamente corta de la antena de bucle es compensada por la impedancia de entrada de la fase de amplificación activa que ha sido optimizada para lograr la sensibilidad requerida para una recepción fiable de señales diferenciales VLF-HF y GPS.

25 La antena de bucle está situada por encima de la antena dipolo plegable en cruz 3, de modo simétrico alrededor del cilindro 9. Su forma corresponde a la forma de una hoja de trébol para minimizar el acoplamiento entre la antena dipolo plegable en cruz 3 y la antena de bucle 4.

30 Una antena en espiral 5, que representa una antena en espiral plana bifilar, está montada sobre una platina conductora. La antena en espiral 5 y/o la platina conductora está montada sobre el lado frontal del cilindro 9 y forma la terminación del mismo. La anchura de los dos brazos 5a, 5b aumenta de forma exponencial y sus extremos están conectados con el cilindro 9. Detrás de la antena, en el interior del cilindro, está dispuesto un reflector correspondiente para aumentar la ganancia de la antena.

35 La antena en espiral 5, tal como la antena dipolo de banda ancha 2, es independiente de la frecuencia y está limitada solamente por sus dimensiones en el punto de alimentación y en los extremos de los brazos 5a, b. Dispone de una polarización circular y se utiliza para aplicaciones civiles de satélites y navegación. Su posicionamiento tiene solamente una influencia reducida sobre la emisión de la antena dipolo plegable en cruz 3. Para procurar una resistencia a los rayos, sus extremos de brazo están conectados de modo conductivo con el cilindro 9 y por lo tanto están conectados a masa.

40 LISTA DE REFERENCIAS

- 1 Módulo de antena
- 2 Antena dipolo de banda ancha, elemento radiante
- 3 Antena dipolo plegable en cruz, elemento radiante
- 45 4 Antena de bucle
- 5 Antena en espiral
- 5a, b Brazos
- 6 Semiesfera
- 7 Semiesfera
- 50 7a-d Segmento dipolo plegable en cruz
- 7i-l Segmento dipolo de banda ancha
- 7 e-h Elementos transversales
- 8 Hendiduras
- 9 Cilindro
- 55 A Dirección axial, eje de simetría
- 11 Ala
- 12 Tubo
- 13 Segmento superior de cilindro
- 15 Canto
- 60 16 - 19 Cable coaxial
- 20 Borde inferior
- 21 Forma de cuarto de esfera
- 22 Mástil de antena
- 23 Elementos longitudinales

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Módulo de antena (1) que comprende al menos dos elementos radiantes (2, 3) individualmente operables, siendo uno de ellos una antena de polarización lineal (2) y el otro una antena de polarización circular (3), que están dispuestos axialmente el uno detrás del otro sobre un eje A común, comprendiendo la antena de polarización lineal (2) dos mitades de dipolo, caracterizado por el hecho de que
- 10 una mitad de dipolo de la antena de polarización lineal (2) es un componente de la antena de polarización circular (3).
2. Módulo de antena (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que
- 15 la antena de polarización lineal (2) es una antena dipolo de banda ancha y comprende dos semiesferas (6, 7) preferiblemente asimétricas, orientadas con las caras exteriores convexas opuestas, y orientadas en el sentido axial del módulo de antena, que representan las mitades dipolos de la antena de polarización lineal (2), y por el hecho de que una de las semiesferas (7), de preferencia adyacente al extremo libre del módulo de antena (1), es parte de la antena de polarización circular (3), y por el hecho de que dicha semiesfera (7) está provista de hendiduras (8), que se extienden en particular en el sentido axial (A) o en espiral alrededor del eje (A), abiertas hacia el borde superior libre de la semiesfera (7).
- 20 3. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que
- 25 - la antena de polarización circular (3) es una antena dipolo plegable en cruz (3) o una antena en espiral,
- la antena de polarización circular (3) está atravesada en el sentido axial por un cilindro central (9) que se extiende más allá del extremo abierto de la antena de polarización circular (3), y en particular
- la red de adaptación para el módulo de antena (1) entero, en particular para la antena de polarización circular (3), está dispuesta en el cilindro hueco (9).
- 30 4. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que
- 35 - la antena de polarización circular (3) como antena dipolo plegable en cruz (3) comprende cuatro segmentos dipolo plegable en cruz (7a-7d), delimitados por las hendiduras (8) y comprendiendo de modo preferente un soporte respectivo (7e-7h), orientados esencialmente de manera radial con respecto al cilindro central (9) y conectando el elemento respectivo con el cilindro (9), siendo los soportes (7e-h) realizados de tal modo que actúan como carga capacitiva, representando el cilindro central (9) el polo opuesto a cada uno de los segmentos (7a-d) y/o
- un segmento dipolo de banda ancha (7i-7l) respectivo está dispuesto entre dos segmentos dipolo plegable en cruz (7a-7d), que de modo preferente es más estrecho que los segmentos dipolo plegable en cruz (7a-7d) y que está realizado de tal modo que reduce la ondulación de la radiación omnidireccional de la antena dipolo de banda ancha (2).
- 40 5. Módulo de antena (1) de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que
- 45 - una antena de bucle (4) que rodea el cilindro (9) más allá de la antena de polarización circular (3) de manera concéntrica, rodeándolo casi enteramente, está dispuesta en un saliente libre (13) del cilindro (9) como antena receptora o antena emisora, teniendo la antena de bucle (4) de modo preferente la forma de un trébol de cuatro hojas o de un cuadrado con los bordes inclinados hacia el interior, estando las hojas del trébol o los ángulos redondeados del cuadrado, en una vista, preferiblemente dispuestos en las zonas entre los segmentos dipolo plegable en cruz (7a-7d), y/o
- una antena en espiral (5), que comprende en particular dos brazos en espiral (5a, 5b), está dispuesta en el extremo frontal libre del cilindro (9).
- 50 6. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 4 o 5, caracterizado por el hecho de que
- 55 la alimentación hacia la antena de polarización circular (3) está realizada respectivamente entre los extremos superiores libres de los segmentos dipolo plegable en cruz (7a-d) de la semiesfera exterior de la antena de polarización circular (3) y de la pared circunferencial exterior del cilindro (9), fabricada de un material electroconductor.
- 60 7. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 3-6, caracterizado por el hecho de que
- 65

- 5 - un tubo desprovisto de campo (12) está dispuesto a lo largo del eje de simetría (A) de la antena de polarización lineal (2), donde la transmisión de la señal hacia las antenas superiores (3, 4, 5) pasa por el tubo desprovisto de campo (12), y/o
- 5 - el tubo desprovisto de campo (12) está conectado con el extremo inferior del cilindro (9) y/o está conformado en una sola pieza con el mismo.
8. Módulo de antena (1) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizada por
- 10 una cavidad entre la semiesfera inferior (6) y el tubo desprovisto de campo (12), en la cual un material de absorción en forma de pirámide está dispuesto con una punta que sobresale hacia arriba, para suprimir la propagación de las corrientes de camisa sobre el tubo desprovisto de campo (12).
9. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 2-8, caracterizado por el hecho de que
- 15 - el contorno exterior de las semiesferas (6, 7) de la antena de polarización lineal (2) comprende unas formas geométricas que corresponden a las evoluciones de las funciones exponenciales, en el cual
- la semiesfera superior (7) tiene una evolución aproximadamente exponencial de la región entre las dos semiesferas (6, 7) hacia arriba, y/o
- 20 - la semiesfera inferior (6) tiene una evolución aproximadamente exponencial de la región entre las dos semiesferas (6, 7) hacia abajo y está configurada de tal manera que, en caso de frecuencias elevadas, en particular de 400 - 3000 MHz, tiene la misma impedancia de entrada que una antena Vivaldi.
10. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por el hecho de que
- 25 los puntos de alimentación para la antena de polarización lineal (2) están situados en la región entre las dos semiesferas (6, 7).
11. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 7-10, caracterizado por el hecho de que
- 30 la alimentación de la señal hacia la antena de polarización lineal (2), hacia la antena de polarización circular (3), hacia la antena de bucle (4) y hacia la antena en espiral (5) es realizada respectivamente en un cable coaxial (16, 17, 18, 19), estando los cables coaxiales (16, 17, 18, 19) dispuestos los unos al lado de los otros y en el interior del tubo desprovisto de campo (12).
- 35 12. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 3-11, caracterizado por el hecho de que el cilindro (9) descansa sobre el fondo de la semiesfera superior (7) y está conectado con la misma de modo eléctrico.
- 40 13. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 4-12, caracterizado por el hecho de que los segmentos dipolo plegable en cruz (7a-7d) de la semiesfera superior (7) se acercan al eje de simetría (A) partiendo del punto (15) de su mayor distancia radial hacia su extremo libre y porque la antena dipolo plegable en cruz (3) presenta en particular la forma de una bola estirada que en particular es más larga axialmente que la longitud axial de la semiesfera inferior (6).
- 45 14. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 4-13, caracterizado por el hecho de que
- 50 - la alimentación hacia los cuatro segmentos dipolo plegable en cruz (7a-d) se realiza con un cambio de fase de 90°, colocando un desfaseador en el cilindro (9) a través del cual pasan los conductos de alimentación, y/o
- la forma y el posicionamiento de la antena dipolo plegable en cruz (3) y de la semiesfera inferior (6) se eligen de tal modo que no existe interferencia entre la antena dipolo plegable en cruz (3) y la antena de polarización lineal (2).
- 55 15. Módulo de antena (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes 11-14, caracterizado por el hecho de que
- 60 - en el caso de la antena en espiral (5) la adaptación de la antena es realizada por la forma de los brazos (5a, b) en el punto de alimentación, y/o
- el brazo de los elementos en espiral (5) conectado por su extremo inferior con el conductor interior del cable coaxial (19) está conectado en el extremo exterior con el conductor exterior del cable coaxial (19) por conducción eléctrica, en particular de manera indirecta a través de un reflector dispuesto debajo de la antena en espiral (5).

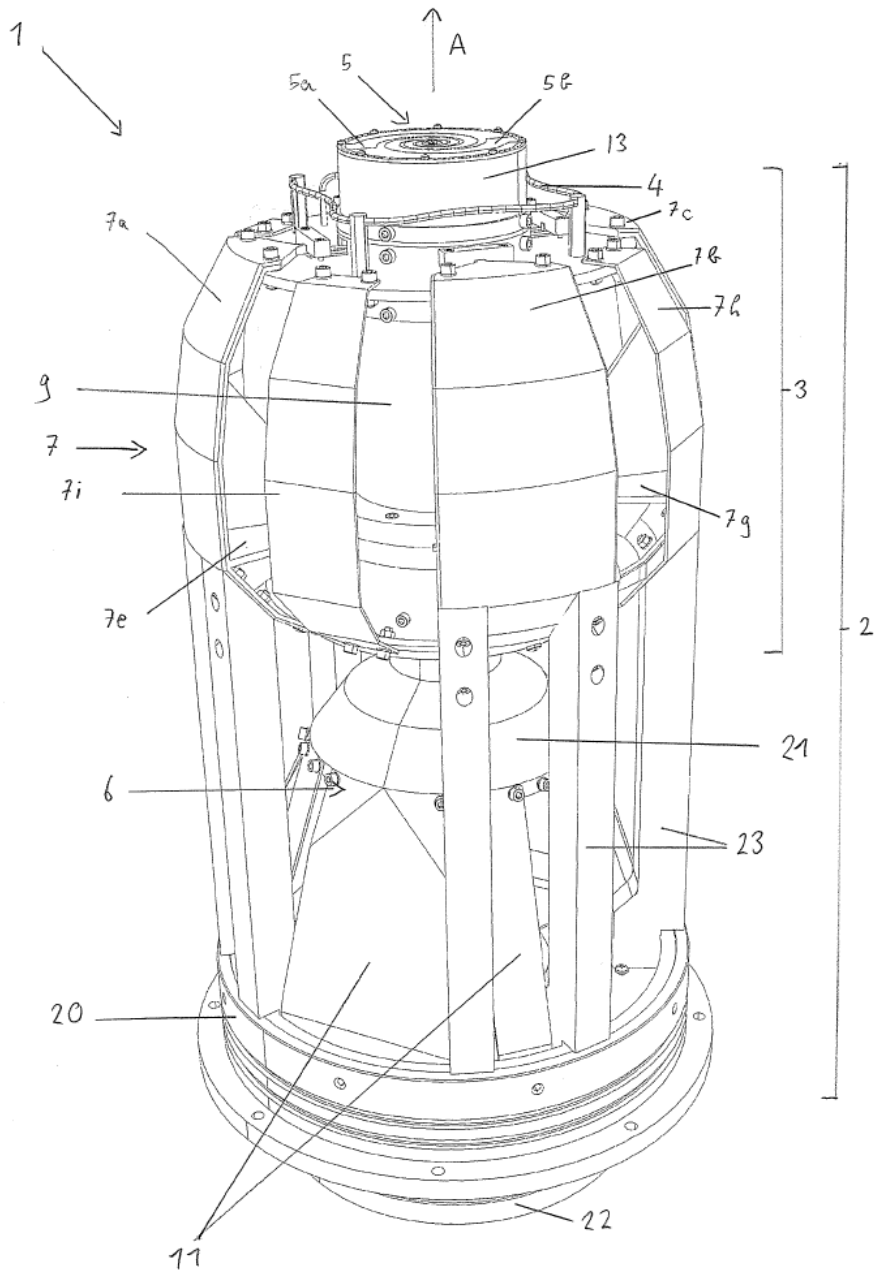


Fig. 1

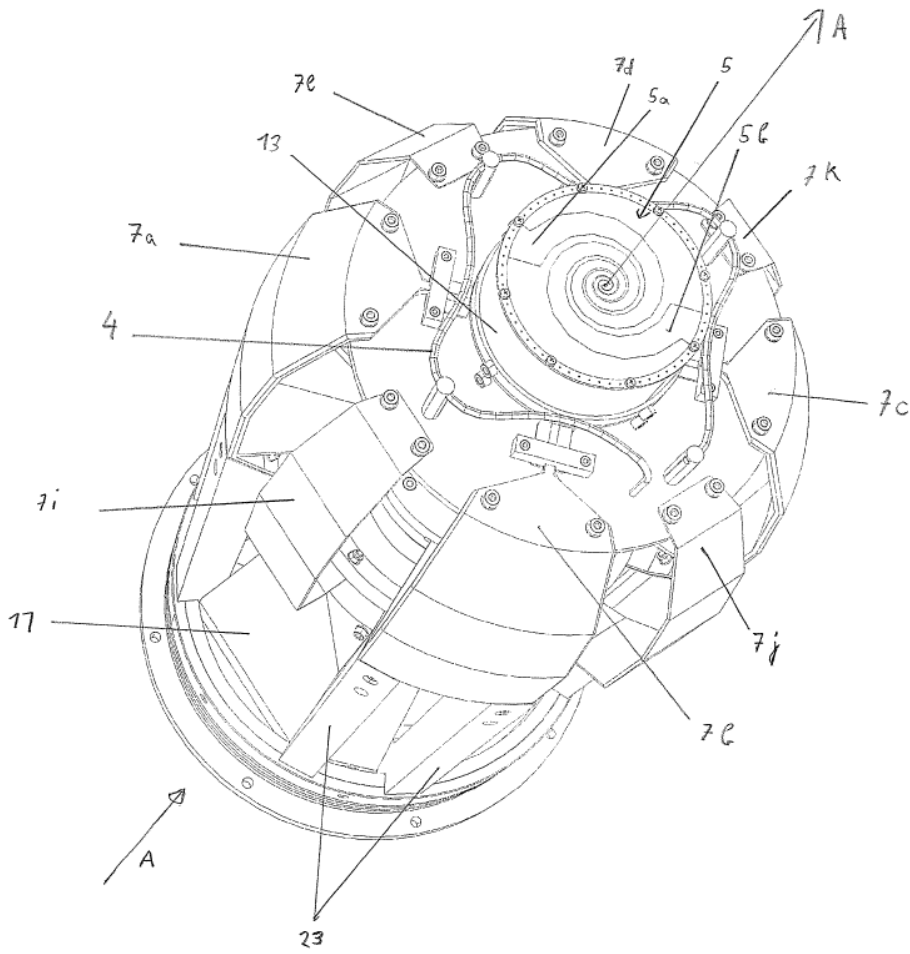


Fig. 2

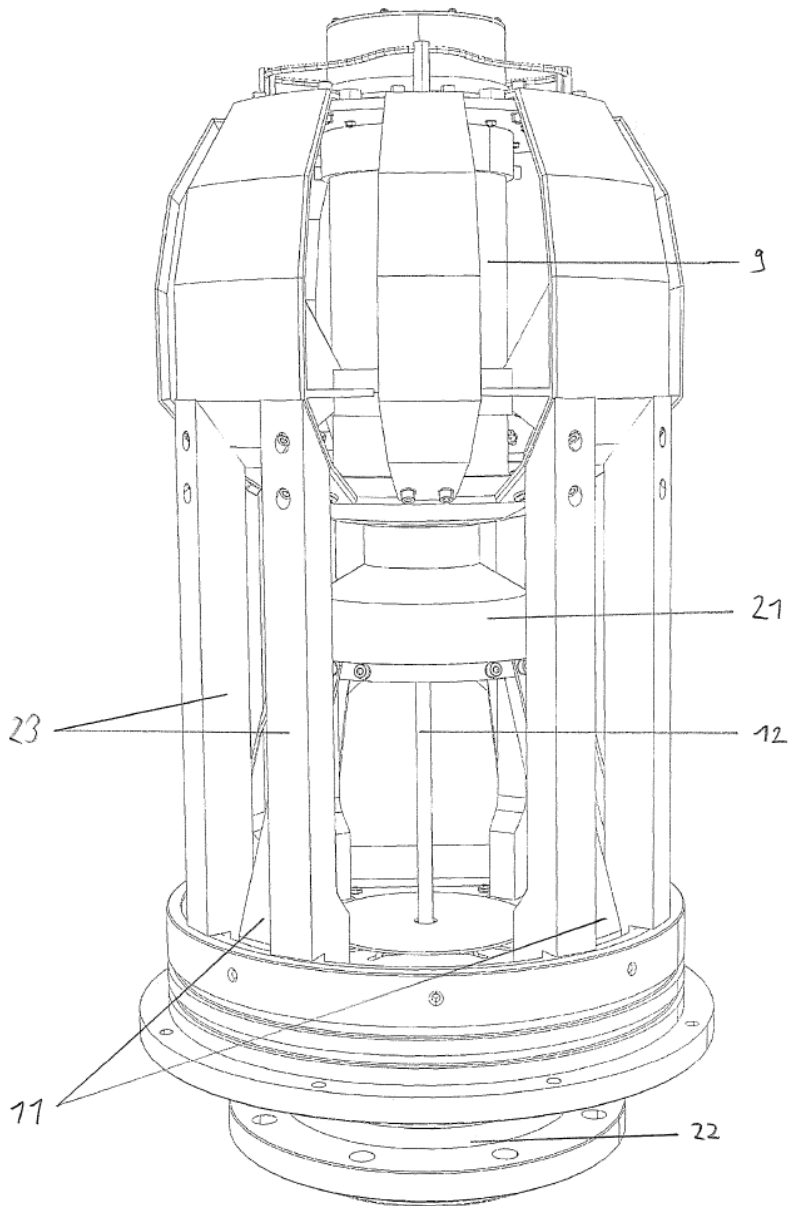


Fig. 3

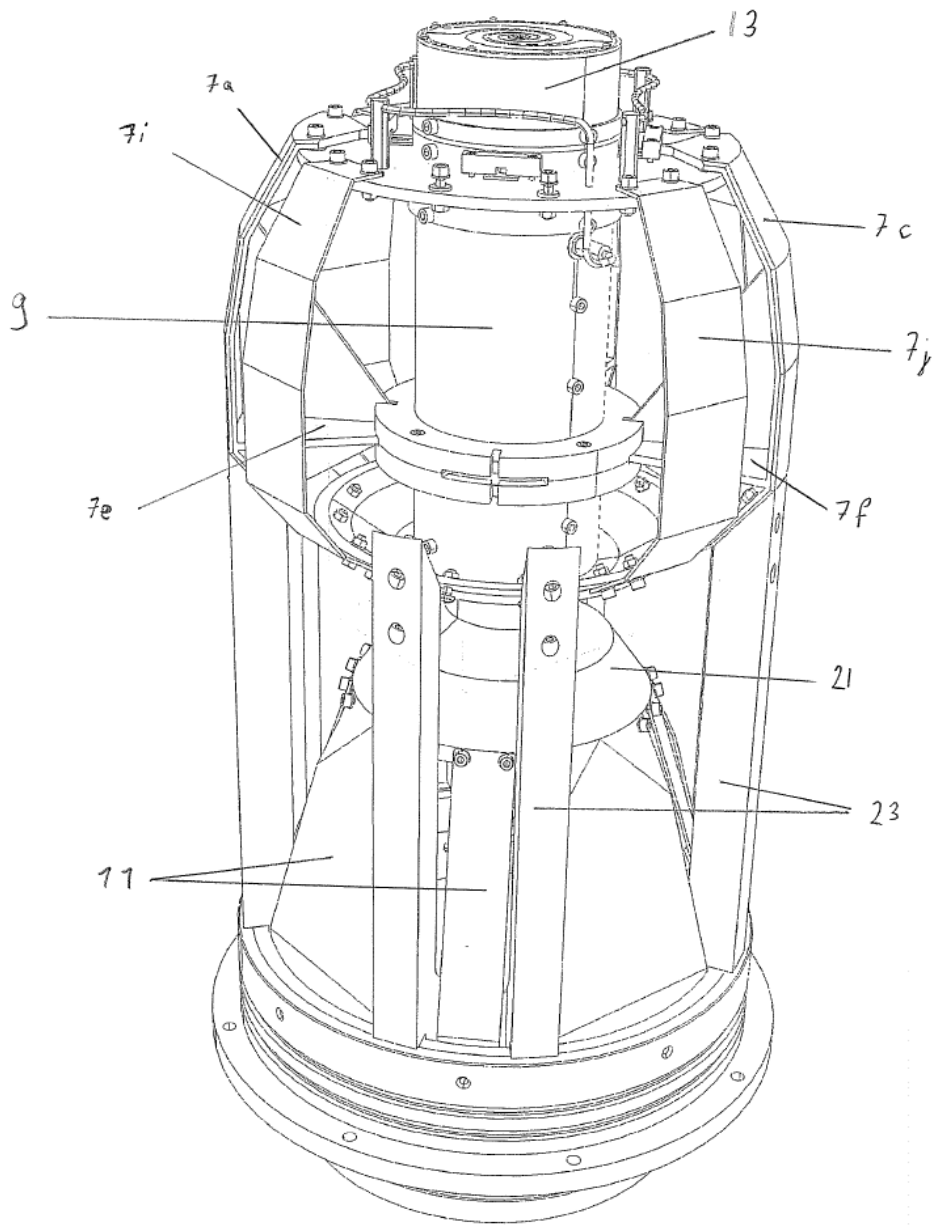


Fig. 4