

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 490 340**

51 Int. Cl.:

<b>G01S 13/94</b>	(2006.01)	<b>G01S 13/91</b>	(2006.01)
<b>G08G 5/00</b>	(2006.01)	<b>G01S 13/66</b>	(2006.01)
<b>H01Q 21/06</b>	(2006.01)	<b>G01S 13/86</b>	(2006.01)
<b>H01Q 21/20</b>	(2006.01)	<b>G01S 1/68</b>	(2006.01)
<b>H01Q 21/28</b>	(2006.01)		
<b>G01S 7/00</b>	(2006.01)		
<b>G01S 13/93</b>	(2006.01)		
<b>H01Q 1/06</b>	(2006.01)		
<b>H01Q 1/12</b>	(2006.01)		
<b>H01Q 1/42</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.06.2004 E 12150745 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.06.2014 EP 2546921**

54 Título: **Unidad de campo de radar para sistema que evita la colisión entre una aeronave y un obstáculo**

30 Prioridad:

**12.06.2003 NO 20032654**

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

**03.09.2014**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)  
Hedeager 44  
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**MARK, MORTEN y  
BAKKEN, ROLF**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 490 340 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

Unidad de campo de radar para sistema que evita la colisión entre una aeronave y un obstáculo

La invención se refiere a sistemas que evitan la colisión entre una aeronave y un obstáculo sobre el terreno, y se refiere en particular a sistemas de este tipo que comprenden un dispositivo de radar para la detección de una aeronave en vuelo y un dispositivo para avisar al operario de la aeronave acerca de un posible obstáculo de colisión que está cerca de la aeronave.

Accidentes en los que aviones o helicópteros chocan con líneas de energía eléctrica se producen una o dos veces al año en Noruega y casi cada semana en los Estados Unidos. Con frecuencia, estos accidentes dan como resultado la pérdida de vidas humanas y sustanciales daños materiales. Los accidentes son una clara indicación de que la señalización actual de las líneas de energía eléctrica y otros obstáculos aéreos no es lo suficientemente buena. La señalización de obstáculos aéreos usando un sistema que evita la colisión entre una aeronave y un obstáculo, denominado en lo sucesivo OCAS, puede reducir considerablemente el número de accidentes de este tipo.

El documento US 5.351.032 da a conocer un sistema de radio de corto alcance, donde el sistema proporciona al piloto de una aeronave avisos sonoros y visuales acerca de una línea de energía eléctrica próxima. El sistema comprende un pequeño transmisor de banda estrecha que utiliza energía de la línea de energía eléctrica, donde el transmisor de banda estrecha puede estar instalado encima de una torre de línea de energía eléctrica o dentro de bolas de advertencia ya existentes de la línea de energía eléctrica. El transmisor de banda estrecha proporciona una señal de advertencia continua a la aeronave que se aproxima al transmisor de banda estrecha implantado, y un receptor instalado a bordo de la aeronave capaz de recibir la señal de advertencia procedente del transmisor de banda estrecha activará, tras recibir la señal de advertencia, una alarma sonora y visual para avisar al piloto de la aeronave sobre el peligro potencial. Por tanto, el sistema requiere que una parte del mismo, en este caso un receptor adaptado al sistema, esté ubicada en la aeronave, y solo será eficaz a la hora de avisar a una aeronave que tenga una parte del sistema instalada en la misma. Por lo tanto, una aeronave que no tenga un receptor de este tipo instalado no podrá beneficiarse de la posible advertencia que pueda emitir el transmisor de banda estrecha. Además, el sistema no incluye ningún medio para determinar la distancia entre la aeronave y el obstáculo, siendo por tanto cuestión de suerte que el receptor de la aeronave capture la señal de advertencia a una corta o a una larga distancia, lo que puede dar como resultado una advertencia detectada demasiado tarde o una advertencia innecesaria para una aeronave que esté a gran distancia pero, no obstante, dentro del alcance máximo determinado por la potencia de propagación de las ondas de radio, la presencia o ausencia de fuentes de ruidos y la sensibilidad del receptor en cuestión.

El documento US 5.252.978 da a conocer un sistema conocido de aviso de colisión. El documento US 2.807.018 da a conocer una antena octogonal conocida.

Por tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar una solución que pueda avisar al operario de una aeronave con el fin de evitar una colisión entre una aeronave y un obstáculo, que supere las desventajas de las soluciones conocidas anteriores.

La presente invención proporciona una unidad de campo para su uso en un sistema que evita la colisión entre una aeronave y un obstáculo, caracterizada por las características expuestas en las reivindicaciones de patente independientes adjuntas.

Características ventajosas adicionales de la invención se exponen en las reivindicaciones de patente dependientes adjuntas.

En la siguiente descripción se explicará con mayor detalle la presente invención con la ayuda de ejemplos y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la Fig. 1 es un diagrama estructural que muestra los elementos principales de un sistema OCAS según la invención;

la Fig. 2 es una ilustración de un ejemplo de una unidad OCAS según la invención;

la Fig. 3 muestra una unidad OCAS según la invención y una realización de un mástil que será una parte integrante de un sistema OCAS;

la Fig. 4 es una ilustración esquemática de un ejemplo de la determinación de un límite de advertencia vertical para una solución OCAS según la invención;

la Fig. 5 es una ilustración esquemática de un ejemplo de zonas de detección y de advertencia en un ejemplo de la utilización de un sistema OCAS según la invención para avisar acerca de un obstáculo de línea de energía eléctrica a una aeronave que se desplaza a una velocidad inferior a 200 nudos;

la Fig. 6 es una ilustración esquemática de un ejemplo de zonas de detección y de advertencia en un ejemplo de la utilización de un sistema OCAS según la invención para avisar acerca de un obstáculo de línea de energía eléctrica a una aeronave que se desplaza a una velocidad superior a 200 nudos;

la Fig. 7 es una ilustración esquemática de un ejemplo de zonas de detección y de advertencia en un ejemplo de la

utilización de un sistema OCAS según la invención para avisar acerca de un punto fijo a una aeronave que se desplaza a una velocidad inferior a 200 nudos;

la Fig. 8 es una ilustración esquemática de un ejemplo de zonas de detección y de advertencia en un ejemplo de la utilización de un sistema OCAS según la invención para avisar acerca de un punto fijo a una aeronave que se desplaza a una velocidad superior a 200 nudos;

la Fig. 9 indica, en principio, dos posibles tipos de advertencia que pueden ser componentes de un sistema OCAS según la invención;

la Fig. 10 es un esquema genérico de un posible escenario que implica una instalación de un sistema OCAS según la invención en una línea de energía eléctrica y zonas de detección y de advertencia para una aeronave que se desplaza hacia la instalación del sistema;

la Fig. 11 muestra una configuración de antena para un radar en un sistema OCAS según la invención;

la Fig. 12 es un diagrama esquemático más detallado de una arquitectura de antena de radar como la mostrada en la Fig. 11;

la Fig. 13 es un diagrama esquemático más detallado de una arquitectura de antena como la mostrada en la Fig. 11 con la adición de componentes electrónicos de control y de generación de señales;

la Fig. 14 es una ilustración esquemática de ejemplos de diseños de panel de antena para una arquitectura de antena como la mostrada en la Fig. 11 o la Fig. 12 para una solución OCAS según la invención;

la Fig. 15 es una ilustración esquemática de un ejemplo de una red de alimentación para diseños de panel de antena para una arquitectura de antena como la mostrada en las Fig. 10, 11 o 12 para una solución OCAS según la invención;

la Fig. 16 es una ilustración esquemática de un armazón de soporte casi cilíndrico y de un radomo para una arquitectura de antena como la mostrada en las Fig. 11, 12 o 13, con una sugerencia de montaje para un posicionamiento favorable de una antena VHF no direccional; y

la Fig. 17 es una ilustración esquemática de más detalles del armazón de soporte en una arquitectura de antena como la mostrada en las Fig. 11, 12, 13 o 16, donde cada panel de antena individual está cubierto por un radomo de paneles para una solución OCAS según la invención.

Un sistema OCAS según la invención comprende unidades que se comunican entre sí y que también están dispuestas para comunicarse con una parte central, por ejemplo un OCC (centro de control OCAS). El estado de las unidades de campo OCAS puede supervisarse desde un OCC, con notificaciones a, por ejemplo, NOTAM o una página web. Las áreas de advertencia pueden reprogramarse con el OCC, y las unidades de campo OCAS también pueden actualizarse y repararse desde el mismo.

A continuación se proporciona una breve descripción de las características principales del funcionamiento del sistema. Una unidad de campo OCAS estará situada normalmente cerca de un obstáculo aéreo sobre el cual va a advertir la unidad OCAS. Una de las dichas unidades de campo OCAS consiste principalmente en un dispositivo de radar, una radio VHF, una fuente de alimentación y un mástil.

Un radar que es parte de un sistema OCAS según la invención está dispuesto para tener un bajo consumo de energía, y está construido para buscar continuamente en su área de cobertura aeronaves en movimiento. Tras la detección de una aeronave, el radar está dispuesto para seguir a la aeronave como un blanco definido. En la unidad de campo OCAS se calcula y se registra el rumbo, la altura y la velocidad de este blanco. La unidad de campo OCAS está dotada de un dispositivo que sigue el rumbo, la altura y la velocidad registrados, y está dispuesta para activar una advertencia para permitir que el piloto maniobre para alejarse de manera segura del obstáculo aéreo si el rumbo, la altura y la velocidad del blanco indican que hay peligro de colisión con el obstáculo aéreo.

La radio VHF de una unidad de campo OCAS, que es una parte integrante de un sistema según la invención, permite el control remoto de luces de advertencia, señales de advertencia sonoras y comunicaciones dentro de una red de unidades de campo OCAS.

La unidad de campo OCAS está diseñada para un bajo consumo de energía y normalmente se le proporcionará energía procedente de baterías y/o paneles solares. Este modo de suministro de energía da como resultado que la unidad de campo sea autosuficiente en lo que respecta a la energía e independiente del suministro de energía procedente de una red de distribución eléctrica. Como un complemento al suministro de energía procedente de baterías y paneles solares, la unidad de campo OCAS puede estar dotada de una unidad de suministro de energía o de una conexión para la red de distribución eléctrica, lo que permite el funcionamiento incluso si las baterías o los paneles solares no son capaces de suministrar la energía eléctrica necesaria. Una solución de suministro de energía de este tipo generará de manera ventajosa bajos costes de funcionamiento y una instalación y funcionamiento simplificados en ubicaciones remotas y accesibles.

Una unidad de campo OCAS estará montada normalmente en un mástil. El mástil, que es parte de un sistema OCAS según la invención, está construido de manera flexible con módulos que facilitan su transporte. Por tanto, es fácil de ensamblar y una unidad de campo OCAS completa está construida de esta manera y sus materiales se seleccionan para

que la unidad sea resistente a condiciones climatológicas adversas. Además, el mástil y la unidad de campo OCAS están diseñados y contruidos según requisitos medioambientales actuales y, por tanto, se mezclan con el entorno y permiten un posicionamiento óptimo del radar. Un sistema OCAS según la invención tiene varios modos de funcionamiento, de los cuales uno mantiene la unidad de radar real en funcionamiento para supervisar continuamente el área de cobertura del radar, mientras que las otras partes del sistema “duermen”. Con el radar en el modo de funcionamiento, esta área de cobertura está definida por dos zonas de advertencia. Las dos zonas de advertencia son una zona de advertencia para una señal luminosa y una zona de advertencia para una señal sonora. En caso de que se detecte una aeronave en la zona de advertencia de señal luminosa, un sistema OCAS según la invención activa una señal luminosa montada en o cerca del obstáculo aéreo para ayudar a que el operario o el piloto de la aeronave detecte visualmente la ubicación del obstáculo. Si, a pesar de la advertencia de señal luminosa de la primera zona de advertencia la aeronave no realiza ninguna maniobra evasiva, sino que continúa su desplazamiento hacia la segunda zona de advertencia, se activa una señal acústica proporcionada a través de una radio VHF. La señal de advertencia audible proporcionada por la radio VHF es característica, distintiva y fácil de reconocer, y se transmite en todas las frecuencias VHF pertinentes a una aeronave que esté dentro del alcance de la radio VHF. Una radio VHF, o una radio que opere en otras bandas de frecuencia y que sea parte de un sistema OCAS según la invención, está dotada de un dispositivo de programación de manera que puedan definirse algunas frecuencias que no transporten la advertencia sonora.

Un dispositivo de radar en un sistema OCAS según la invención incluye una unidad de procesamiento de señales de radar que determina si un objeto detectado está dentro del área de detección definida y dentro de las zonas de advertencia definidas. Las áreas de detección y las zonas de advertencia se definen mediante la programación de la unidad de procesamiento y por el área de cobertura real del radar, de manera que las zonas de advertencia están limitadas en el plano vertical. Normalmente, esta limitación en el plano vertical para un sistema OCAS según la invención se definirá de manera que los objetos, o blancos, que estén, o lleguen, a una altura inferior a 50 metros por encima del punto más alto del obstáculo aéreo activen una advertencia.

El sistema de radar en un sistema OCAS según la invención está dispuesto para determinar si un blanco tiene un rumbo y una altura que pueden dar como resultado que el blanco colisione con el obstáculo aéreo si se mantienen el rumbo y la altura identificados. Si el rumbo y la altura del blanco tienen estas características, la advertencia luminosa se activará cuando el blanco esté en la zona de advertencia. La zona de advertencia estará por tanto definida parcialmente por la velocidad y la dirección del blanco y ocupa un área según estos factores con el fin de activar una advertencia con tiempo suficiente antes de que se produzca una posible colisión. El tiempo de advertencia se calcula por tanto para ayudar a que el piloto vea el obstáculo y maniobre para alejarse del obstáculo y evitar la colisión.

Una advertencia luminosa puede ser, por ejemplo, una luz estroboscópica que parpadee 40 veces por minuto.

Una advertencia acústica a través de una radio VHF puede ser normalmente una señal que se transmite con una duración de 5,5 segundos y que avisa al aviador de que está cerca de un obstáculo aéreo.

Un sistema OCAS según la invención también puede estar dotado de un dispositivo para seguir un blanco que se detecte dentro del alcance del radar y para seguir al blanco con una advertencia cuando el blanco entre en una zona de advertencia, pero que posteriormente deja de emitir nuevas advertencias si el blanco está moviéndose lentamente y permanece en la zona de advertencia durante mucho tiempo. Esto es ventajoso, por ejemplo, si es necesario llevar a cabo alguna tarea en o muy cerca de un obstáculo aéreo, tal como una línea de energía eléctrica, usando un helicóptero u otra aeronave que se desplace lentamente. En este caso, la advertencia se emitirá de la manera habitual cuando la aeronave entra por primera vez en la zona de advertencia, pero no se emitirán nuevas advertencias siempre que la aeronave permanezca en la zona de advertencia. En caso de que la aeronave salga de la zona de advertencia y vuelva a entrar, se emitirá como antes una nueva advertencia, ya sea una advertencia luminosa o sonora.

Un sistema OCAS según la invención puede incluir varias unidades de campo OCAS. Las unidades de campo OCAS están dotadas de medios de comunicación para comunicarse entre sí, y pueden intercambiar información relacionada con un blanco detectado dentro del alcance de la unidad de campo.

Opcionalmente, una unidad de campo OCAS según la invención puede estar equipada con sistemas de comunicación para la comunicación con un centro de operaciones OCAS que, por ejemplo, puede estar ubicado en estaciones de supervisión ya existentes. La supervisión OCAS será por tanto otra parte importante de la supervisión del sistema. Desde un centro de funcionamiento OCAS puede supervisarse el estado técnico y operativo de cada centro de campo OCAS y puede realizarse un diagnóstico remoto sencillo, seguido posiblemente de una rectificación de fallos de las partes de la unidad de campo OCAS que están diseñadas para una rectificación de fallos remota. La posibilidad de una supervisión remota, un diagnóstico remoto y una rectificación de fallos remota dará como resultado bajos costes de inspección en comparación con la inspección manual de sistemas anteriormente conocida, y proporcionará una mayor seguridad como resultado de esta posibilidad de notificación de funcionamiento en tiempo real. La capacidad de notificación remota OCAS permite que el estado del sistema se notifique automáticamente a otras unidades que son responsables de sistemas asociados con la gestión del transporte aéreo permitiendo así, por ejemplo, que los pilotos y operarios conozcan el estado

del sistema mediante una notificación a través de NOTAM.

La Fig. 11 muestra un ejemplo de una realización de una solución de antena preferida para una antena de radar OCAS que tiene ocho paneles de antena dispuestos como los lados de un octógono. Durante el funcionamiento, la antena octogonal 320 estará posicionada de manera que cada panel de antena 310 esté dispuesto de manera vertical con un "campo de visión" que supera 1/8 de la circunferencia y, debido a un solapamiento con paneles adyacentes, el ensamblado de ocho paneles proporcionará una cobertura de 360°. Cada panel de antena comprende una pluralidad de elementos de antena 311 que se seleccionan según la frecuencia, los requisitos de cobertura vertical, etc.

La Fig. 12 es un diagrama esquemático de la arquitectura mostrada en la Figura 8, pero con menos elementos de antena 311, donde se ilustra cómo las señales se llevan hacia/desde los elementos de antena 111, a través de una combinación de conmutadores de diodo PIN y un separador radial 130, y módulos activos 135 que comprenden un amplificador de bajo ruido LNA, un amplificador de potencia PA y un desfasador, y también una red para combinar las señales en una señal que se pasa a la unidad de sistema de radar real 140 que contiene un generador de señales de radar y un receptor 143, una unidad de control de conmutador y de suministro de energía de conmutador 141 y una unidad para el control de transmisión / recepción y el control de desfasador con suministro de energía 142, como se indica en mayor detalle en la Figura 13. Alternativas para el diseño de un elemento de antena 110 se muestran en la Figura 14. En la alternativa 1, el panel de antena está hecho de una estructura alargada que consiste en un plano de referencia 113, una capa dieléctrica 112 y una pluralidad de áreas de elemento 111. La alimentación de la antena se lleva a cabo mediante una sonda de alimentación 114 que pasa a través de una abertura del plano de referencia 113, opcionalmente, como se muestra para la alternativa 3, con conexión a una red de líneas de alimentación dispuesta en una capa dieléctrica situada en el plano de referencia en el lado del plano de referencia que es opuesto a la posición del elemento de antena. Un panel con un grupo de elementos de antena también se muestra en la parte inferior de la Figura 14, donde se muestra una antena de grupo con un total de ocho elementos, de los cuales se muestra el dispuesto más arriba y más abajo. Un detalle adicional de una estructura estratificada como la mostrada en la Figura 14 se muestra en parte mediante un dibujo seccionado en la Figura 15, donde la estructura seccionada del panel se muestra en una vista lateral, como una ilustración de una posible red de alimentación realizada en forma de un circuito impreso en una placa de circuito que porta el plano de referencia en un lado y la red de alimentación en el lado opuesto. La estructura conductora de la red de alimentación se indica mediante el número de referencia 115. Los números de referencia 130/135 indican, respectivamente, módulos que contienen conmutadores de diodo PIN y un separador radial y módulos activos que contienen un LNA, un PA y un desfasador.

Detalles de una construcción mecánica en un sistema de antena ensamblado que es adecuado para la invención se muestran en la Figura 16, que incluye, como se muestra en la Figura 11, una constelación de ocho paneles de antena dispuestos de manera cilíndrica en una sección transversal octogonal, donde los paneles de antena están montados en un armazón octogonal con una interfaz 205 que ocupa una posición central en un extremo con medios de fijación mecánicos para una antena VHF 201. En la parte superior de la Figura 16, indicada en el dibujo 4, se muestra cómo un radomo cilíndrico puede colocarse sobre el armazón octogonal para proteger los paneles de antena contra el entorno.

La construcción del armazón se muestra con mayor detalle en la Figura 17, con el armazón 120 y una posible disposición de un panel de antena 110 en una ranura longitudinal respectiva en la estructura del armazón, y en la parte inferior de la Figura 17 se muestra una estructura de radomo alternativa que permite una protección de radomo individual del panel de antena 110. A continuación se proporciona una descripción más detallada de una realización específica a modo de ejemplo de una antena de radar que es adecuada para usarse en la presente invención.

En primer lugar se presenta el cálculo del tamaño físico de la antena. El sistema de radar tiene asignado una frecuencia de 1,3 a 1,5 GHz aproximadamente (información de KITRON 10, septiembre de 2001). La longitud de onda es entonces  $\lambda_0 = c/f =$  de 22,3 a 23,1 cm. Esto hace posible determinar las dimensiones externas mecánicas de la antena. Según una frecuencia operativa de 1,325 GHz, el diámetro de la antena se estima en 50 cm aproximadamente. Incluyendo un radomo cilíndrico circundante, el diámetro externo será de 65 cm. La altura de la antena se determinará por el número de elementos por columna, el cual se determinará en la fase de especificación del desarrollo. Con ocho elementos por columna, la altura de la antena será de 1,3 metros aproximadamente.

A continuación se ofrece una descripción más detallada del diseño estructural de la antena tal y como se muestra en los dibujos adjuntos. La antena consistirá en ocho columnas de elementos radiantes alrededor de un cilindro. El subproyecto "Antena" comprenderá el diseño del elemento radiante real, un par de elementos activos y la antena de grupo con N elementos en la dirección vertical, incluyendo un procedimiento de excitación / alimentación. Esto incluirá la integración de la antena con la línea de alimentación, que será una interfaz con el subproyecto "Interfaz de antena". En coordinación con el subproyecto "Interfaz de antena", un armazón mecánico se desarrollará o se propondrá para el montaje de módulos de antena y las placas que son parte de la "Interfaz de antena". Además, un radomo se especificará tanto eléctrica como mecánicamente, adaptado al armazón mecánico.

A continuación se describen los detalles estructurales de un elemento de antena en un panel de antena para un diseño de antena como el ilustrado en los dibujos adjuntos. Para ocho elementos en la dirección vertical, la altura total será de 1,3

metros aproximadamente. El requisito de sustrato será entonces de  $8 \times 1,3 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} = 2 \text{ m}^2$  por antena.

La propia antena será una antena de parche y microbanda que se cree que generará costes de producción razonables debido al grabado de un patrón de parches. Una antena de parche y microbanda consiste en una superficie metálica rectangular (parche) que se graba en un lado de un sustrato, mientras que el otro lado del sustrato se metaliza, y constituye el plano de tierra de parche. La antena de parche se alimenta mediante una sonda que se introduce a través del plano de tierra de antena y que está soldada al propio parche.

Los requisitos de ancho de banda necesitan una altura mínima entre el parche y el plano de tierra. Cálculos preliminares muestran que con un sustrato de microondas típico (TLC-30 de Taconix) se requiere un grosor de sustrato de 3 mm aproximadamente. Ésta es la realización alternativa 1 mostrada, por ejemplo, en la Figura 14.

El sustrato TLC30 se considera un sustrato de bajo coste para frecuencias de microondas. Se suministra con un recubrimiento de cobre por uno o ambos lados. El precio de una lámina es de 370 dólares, o de 330 dólares por  $\text{m}^2$  (grosor de 1,6 mm). Para un gran pedido, puede esperarse que el precio por lámina se reduzca en un 40% aproximadamente. Esto parece ser una solución rentable en lo que respecta a los materiales.

Realización alternativa 2: si se usa material FR4 como un sustrato para la antena de parche, se necesita un grosor de sustrato de 3 mm aproximadamente. Un lado de la placa se metaliza (cobre), mientras que el otro lado consiste en parches (patrón grabado), tal como se ilustra en la Figura 14.

La realización alternativa 3 se muestra en la ilustración de la Figura 14, donde la altura entre el parche y el plano de tierra puede ser aire. Esto puede realizarse en forma de cavidades llenas de aire que se obtienen perforando una placa metálica con un grosor de 3 mm (8 por antena, con 8 cavidades en la dirección vertical). Los parches reales pueden grabarse en una placa de material FR4, que puede pegarse o atornillarse a la placa con cavidades. El material FR4, que tiene un grosor de 0,5 mm, tiene la suficiente rigidez como para mantener su forma a través de las cavidades. Las cavidades pueden ser redondas o rectangulares. En la parte inferior de las cavidades hay otra placa metálica que forma el plano de tierra para los parches. El plano de tierra puede ser una placa metálica con orificios para las sondas de alimentación o un sustrato (FR4) con orificios correspondientes en la capa metálica para la alimentación. El sustrato puede usarse entonces para las líneas de alimentación si el resto de placas están ubicadas en la parte inferior de la antena.

La alternativa 3 es una realización preferida de un panel de antena para una baliza OCAS, ya que tiene cavidades que ofrecen más ventajas en lo que respecta al electromagnetismo que las alternativas 1 y 2.

A continuación se describe una interfaz de antena que es adecuada para la antena descrita anteriormente. La interfaz de antena comprende una placa y componentes en la trayectoria de señales entre el parche y los elementos de la señal de radar de RF, como se ilustra en la Figura 13. La Figura 12 muestra que esto consiste en líneas de alimentación y conmutadores para cada elemento individual obtenido de un separador radial 1:8. En la parte posterior del separador radial se encuentra un módulo activo que consiste en conmutadores de transmisión / recepción, un LNA, un PA y un desfaseador. Las señales de cada uno de los módulos activos (tantos módulos de este tipo como elementos en la dirección vertical) se combinan antes de que la señal combinada se transfiera al transceptor de radar. Las Figuras 12 y 13 muestran que esto tiene previsto realizarse en varias placas. Se contempla una realización en un sustrato FR4, donde un estudio más minucioso de la elección del sustrato es una parte del proyecto principal. Como datos para esta actividad se requiere información acerca de la tolerancia esperada en la constante dieléctrica relativa y la altura de sustrato para el sustrato FR4 pertinente. También resultan de interés las tolerancias de grabado. Para el diseño de líneas de microbanda se usará probablemente una altura de sustrato de 0,75 mm ya que esto proporciona una impedancia característica de 50 ohmios en anchos de línea de 1,4 mm aproximadamente.

Para facilitar el montaje y el mantenimiento, se considerará llevar todas las placas a la parte inferior de la antena. Esto proporcionará líneas de alimentación más largas hacia los elementos de parche, lo que ofrece una mayor pérdida, etc. Las líneas de alimentación pueden colocarse entonces en la parte posterior del sustrato FR4, que funciona como un plano de tierra para los parches, como se ilustra en la Fig. 15.

A continuación se ofrece una descripción de soluciones de radomo para proteger los paneles de antena contra los efectos del entorno. El radomo puede integrarse de varias formas. En la propuesta original, el radomo es un gran cilindro que tiene un diámetro externo de 65 cm aproximadamente, que está "enroscado" en la antena. Una alternativa a esto es un radomo por panel de antena (8). Véase el dibujo en una hoja aparte. El resto de los componentes electrónicos debe protegerse de otra manera. Véase la Figura 16 o 17.

A continuación se describen características de una estructura de armazón ventajosa para fijar y colocar los paneles de antena. El armazón formará un bastidor mecánico para la integración de los paneles de antena (8) y las placas de la "interfaz de antena" y el radomo, como se muestra, por ejemplo, en las Figuras 16 y 17.

A modo de resumen, una baliza OCAS según la invención consiste principalmente en un sistema de radar conectado a

una unidad central de procesamiento, a la que también está conectado un sistema de luces y un sistema de radio para la transmisión de la señal de advertencia. La baliza también incluye un sistema de suministro de energía con un generador de energía eléctrica de tipo célula solar o de tipo generador eólico, y una batería de reserva, y posiblemente también una conexión a una fuente de alimentación de una red de distribución eléctrica cercana. Si varias balizas OCAS van a funcionar conjuntamente en una red, sistemas para la comunicación interna mediante los cuales las balizas OCAS pueden intercambiar información sobre los movimientos de un blanco dentro de su área de cobertura e información del estado operativo se incluyen con el fin de establecer una cadena continua de balizas OCAS y para garantizar la comunicación y las advertencias más allá de lo que podría proporcionar una única baliza. Una unidad de campo de baliza OCAS típica está montada en una estructura de mástil tubular 700 formada por tres elementos estructurales de mástil tubular, respectivamente un tubo inferior 730, un tubo central 720 y un tubo superior 710, donde el tubo superior 710 incluye una interfaz de montaje para el acoplamiento de una antena de radar cilíndrica o segmentaria.

**REIVINDICACIONES**

1.- Una unidad de campo para detectar y avisar a una aeronave acerca de un obstáculo, comprendiendo la unidad de campo una unidad central de procesamiento y un sistema de radar para la detección con radar de una aeronave en un área de cobertura de radar:

- 5 - comprendiendo el sistema de radar:
  - una antena de radar (120) que comprende una pluralidad de paneles de antena (110), comprendiendo cada uno una pluralidad de elementos de antena radiantes (111), estando dispuestos los paneles de antena como los lados de un octógono; y
  - 10 - componentes electrónicos de radar en comunicación con la antena de radar, comprendiendo los componentes electrónicos de radar:
    - una pluralidad de conmutadores, estando acoplado cada conmutador a un elemento de antena y configurado para conmutar el elemento de antena entre la transmisión de una señal de radar y la recepción de una señal de radar;
    - 15 - un transceptor de radar, configurado para generar una señal de radar para los elementos de antena y para recibir señales de radar desde los elementos de antena como información de radar; y
    - una unidad de control de conmutador para controlar la pluralidad de conmutadores;
  - estando la unidad central de procesamiento en comunicación con el sistema de radar para procesar la información de radar del sistema de radar, información de radar que incluye, para una aeronave detectada, al menos una indicación de dirección y varias indicaciones de distancia, o al menos una indicación de dirección, una indicación de distancia y una indicación de velocidad;
  - 20 - estando configurada la unidad central de procesamiento para calcular el rumbo y la altura de una aeronave detectada y para identificar cuándo una aeronave detectada está en una zona de advertencia del área de cobertura de radar en función de la información de radar;
  - 25 - estando configurada la unidad de campo para activar una advertencia si el rumbo y la altura de la aeronave detectada son tales que hay peligro de colisión con el obstáculo.

2.- Una unidad de campo según la reivindicación 1, comprendiendo la antena de radar ocho paneles, formando cada uno el lado de un octógono para formar un prisma octogonal.

3.- Una unidad de campo según la reivindicación 1 o 2, en la que los diversos elementos de antena en cada panel de antena están dispuestos en una columna.

30 4.- Una unidad de campo según la reivindicación 1, 2 o 3, en la que cada panel comprende ocho elementos de antena.

5.- Una unidad de campo según la reivindicación 4, en la que la frecuencia de funcionamiento es de 1,3 a 1,5 GHz aproximadamente, cada panel tiene una altura de 1,3 m aproximadamente y en la que el área de sustrato combinada total para la antena de radar es de 2 m<sup>2</sup> aproximadamente.

35 6.- Una unidad de campo según cualquier reivindicación anterior, en la que la antena está formada por una pluralidad de antenas de parche y microbanda, cada una comprendiendo una pluralidad de superficies metálicas en un lado de un sustrato que forma elementos de antena respectivos, estando metalizadas las antenas en al menos una parte del otro lado del sustrato para formar el plano de tierra de elemento, en la que la distancia mínima entre los elementos y el plano de tierra es de 3 mm aproximadamente para garantizar un ancho de banda de antena correcto.

7.- Una unidad de campo según la reivindicación 6, en la que cada antena de parche y microbanda incluye cavidades llenas de aire entre los elementos de antena y el plano de tierra.

45 8.- Una unidad de campo según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en la que el campo de visión de cada panel de antena está dispuesto con un campo de visión que supera 1/8 de la circunferencia de la antena, en la que el campo de visión de paneles adyacentes se solapa, proporcionando el ensamblado de paneles 360° de cobertura.

9.- Una unidad de campo según cualquier reivindicación anterior, en la que los paneles de antena están montados en un armazón octogonal, y en la que los paneles de antena están montados preferiblemente en ranuras longitudinales respectivas en el armazón.

50 10.- Una unidad de campo según la reivindicación 9, en la que los paneles de antena están dispuestos de manera cilíndrica en una sección transversal octogonal.

11.- Una unidad de campo según la reivindicación 10, que comprende además una interfaz que ocupa una posición

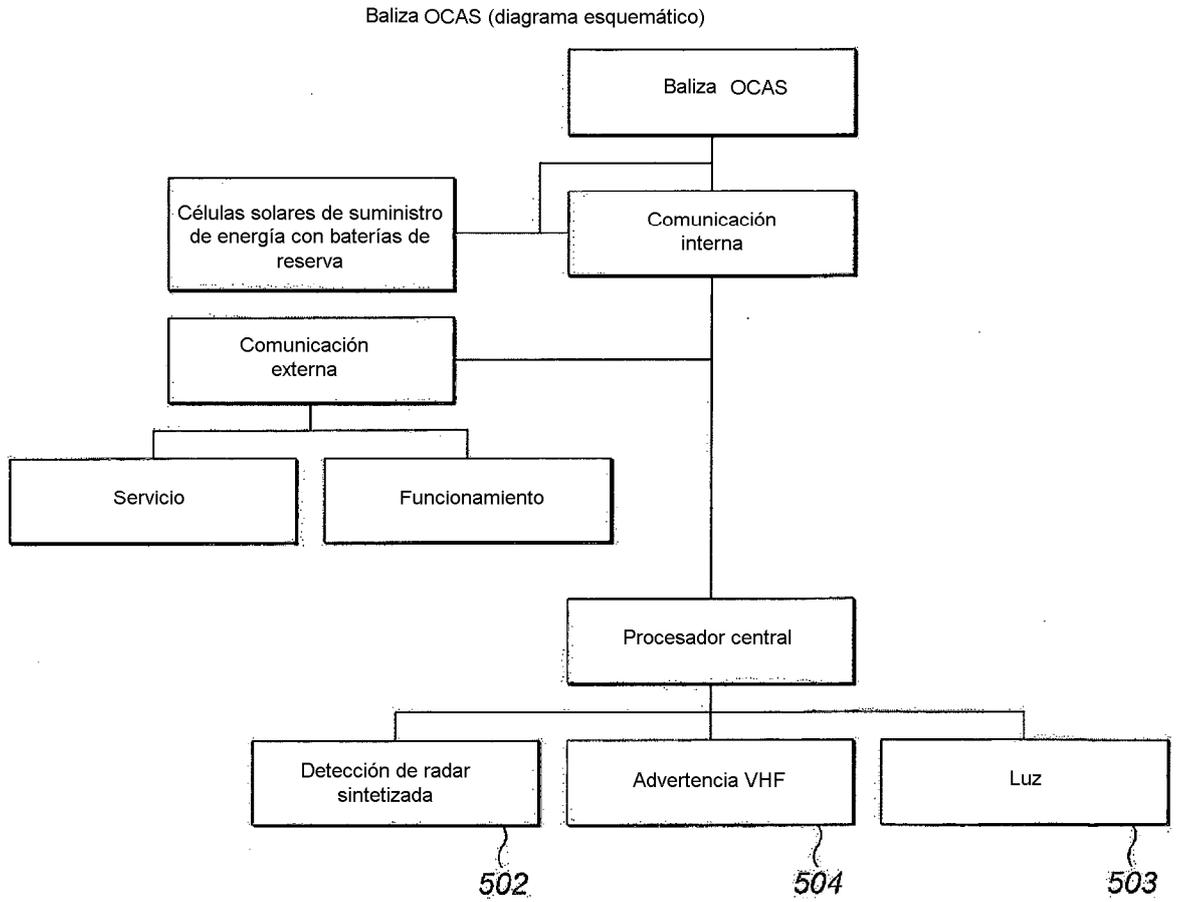
central en un extremo con medios de fijación mecánicos para una antena VHF.

12.- Una unidad de campo según cualquier reivindicación anterior, en la que cada panel de antena individual está protegido por un radomo de paneles.

5 13.- Una unidad de campo según la reivindicación 12, cuando depende de cualquiera de las reivindicaciones 9, 10 u 11, en la que los radomos de paneles están acoplados al armazón enroscándose en muescas del armazón.

14.- Una antena de radar para su uso en una unidad de campo según cualquier reivindicación anterior, comprendiendo la antena de radar:

- 10 - una pluralidad de paneles de antena (110), cada uno comprendiendo una pluralidad de elementos de antena radiantes (111), estando dispuestos los paneles de antena como los lados de un octógono;
- donde la antena de radar está dispuesta para comunicarse con componentes electrónicos de radar, que comprenden:
  - 15 - una pluralidad de conmutadores, estando acoplado cada conmutador a un elemento de antena y configurado para conmutar el elemento de antena entre la transmisión de una señal de radar y la recepción de una señal de radar;
  - un transceptor de radar, configurado para generar una señal de radar para los elementos de antena y para recibir señales de radar desde los elementos de antena como información de radar; y
  - una unidad de control de conmutador para controlar la pluralidad de conmutadores.



**FIG. 1**

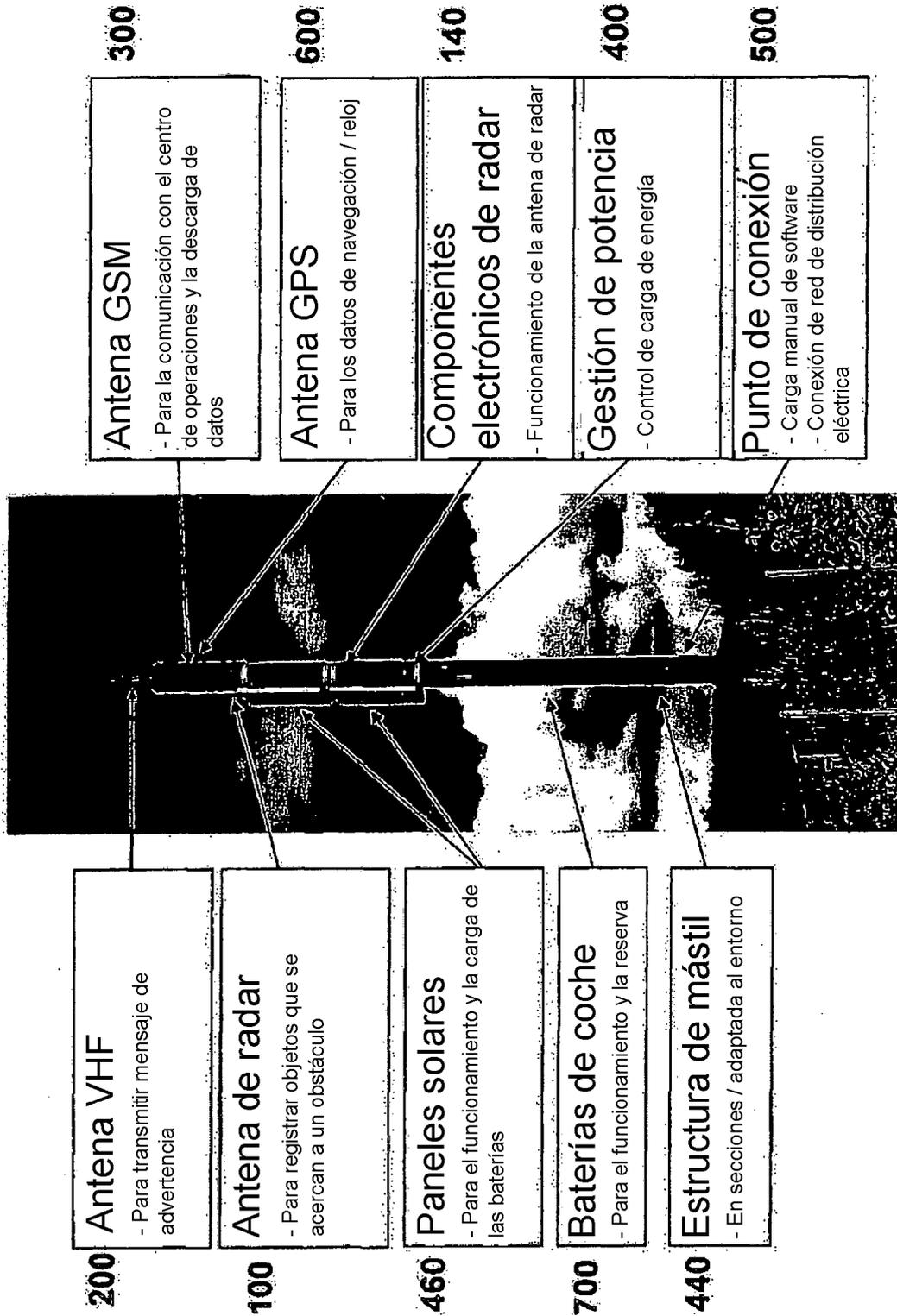
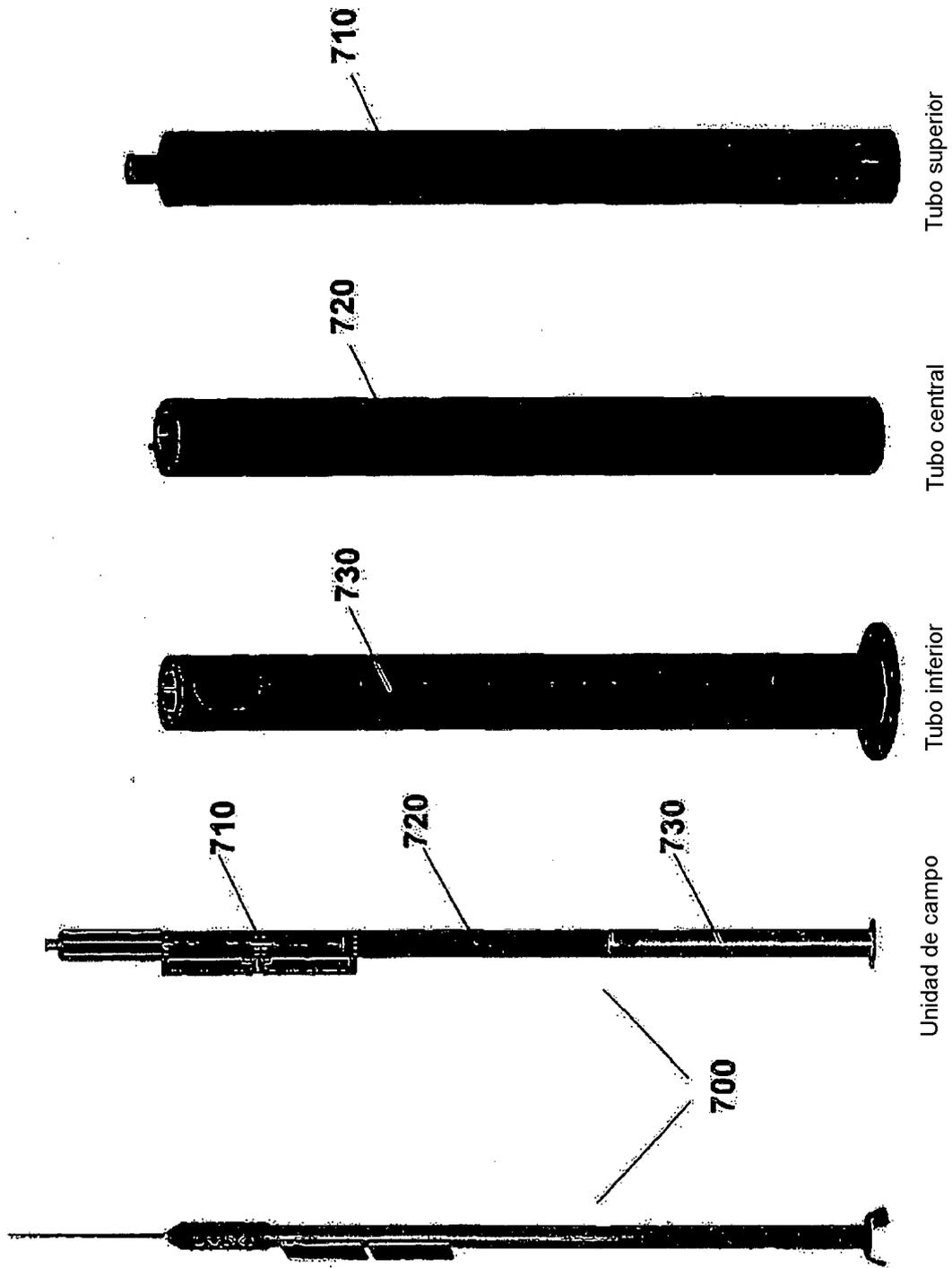
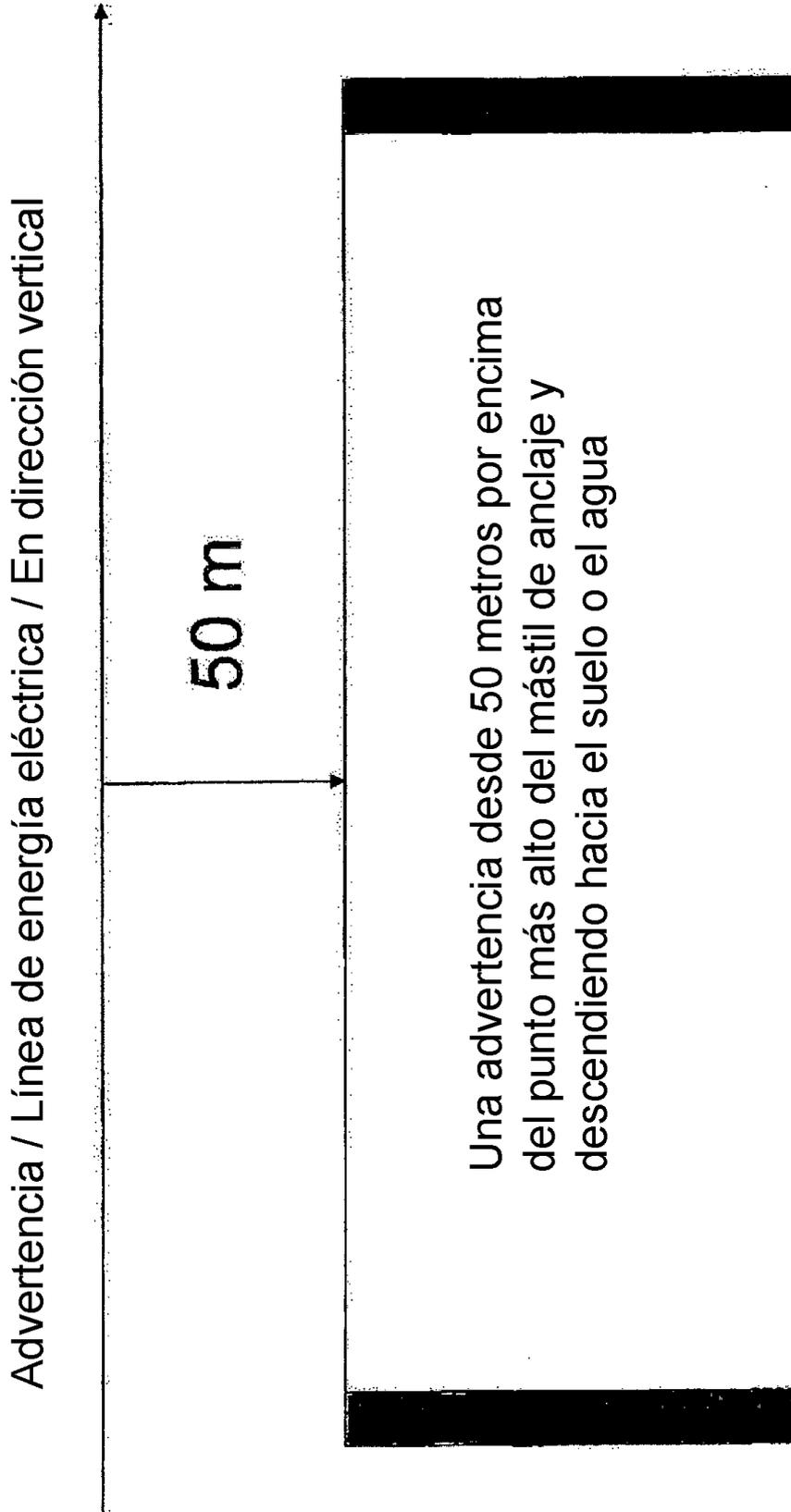


Fig. 2

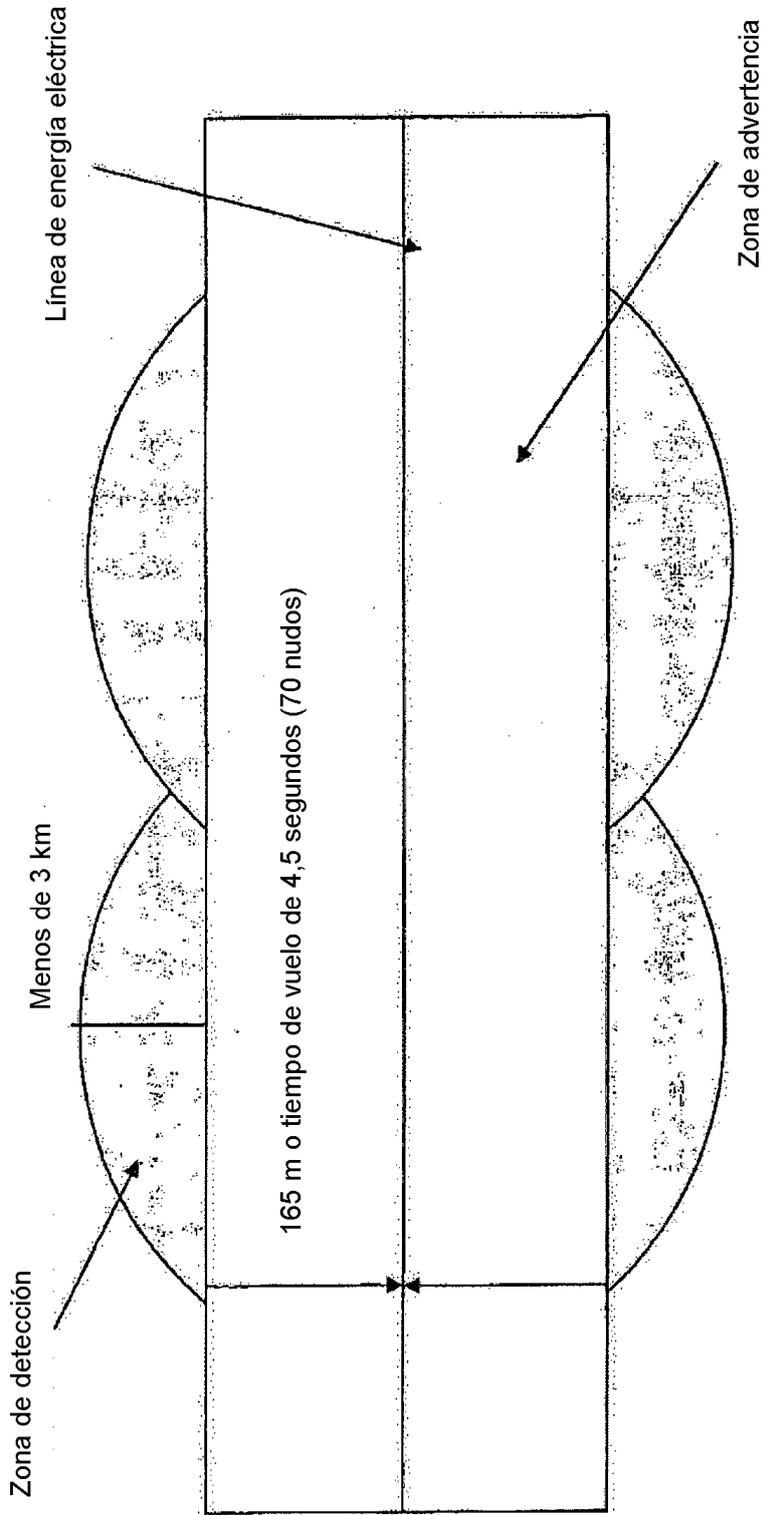


**Fig. 3**



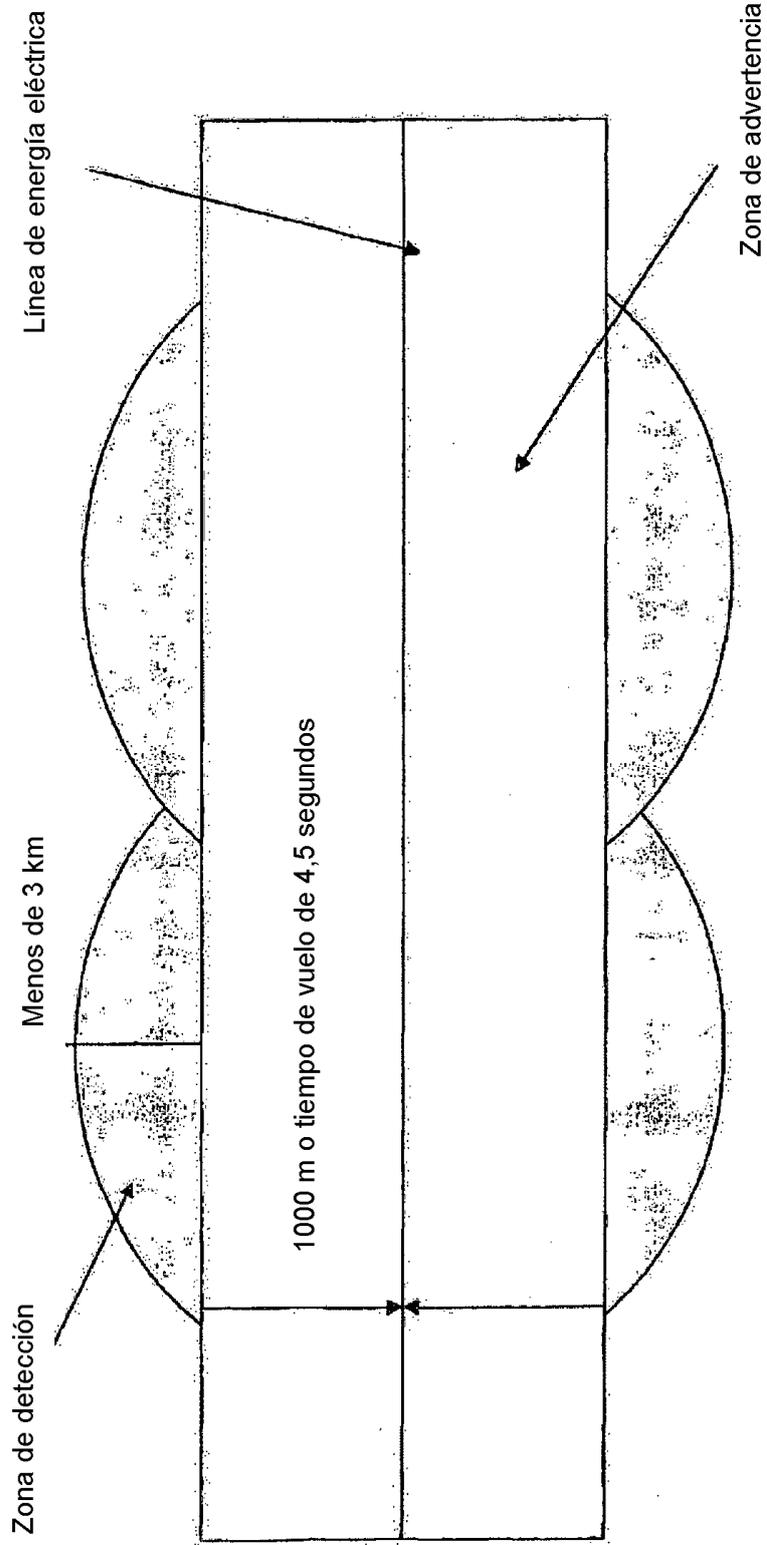
**Fig. 4**

# Advertencia / Línea de energía eléctrica / $v < 200$ nudos



**Fig. 5**

# Advertencia / Línea de energía eléctrica / $v > 200$ nudos



**Fig. 6**

Punto fijo,  $v < 200$  nudos

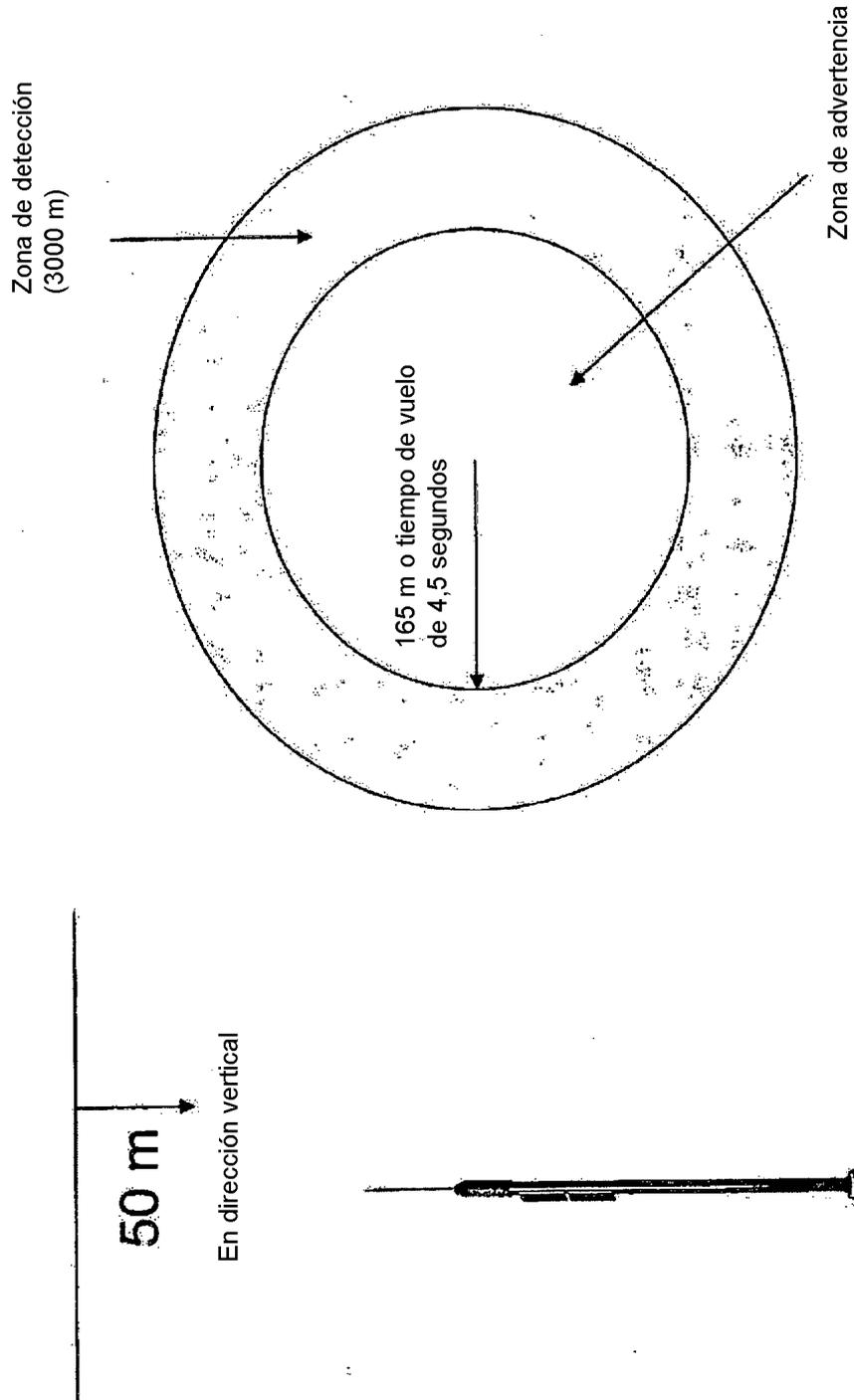
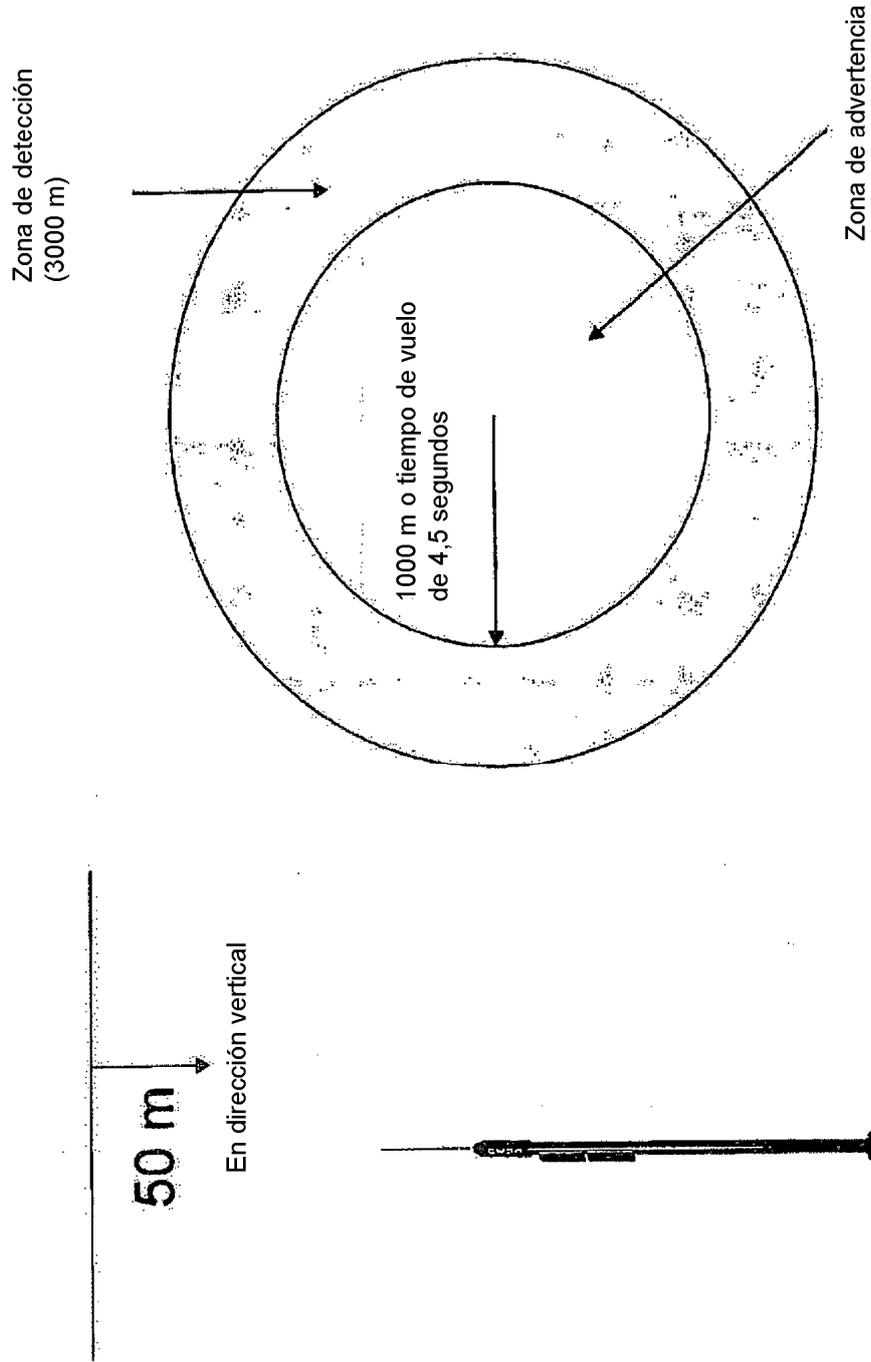


Fig. 7

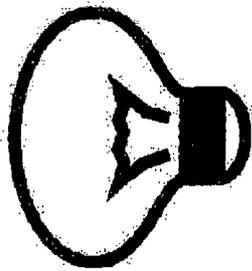
# Punto fijo, $v > 200$ nudos



**Fig. 8**

## Tipos de advertencia:

Destellos de luz de alta intensidad casi 40 veces por minuto  
a ambos lados de la envergadura - empieza 15 segundos antes de la colisión



Señal de voz / oral, recibida en la radio a bordo del objeto volador  
que esté en rumbo de colisión

**Fig. 9**

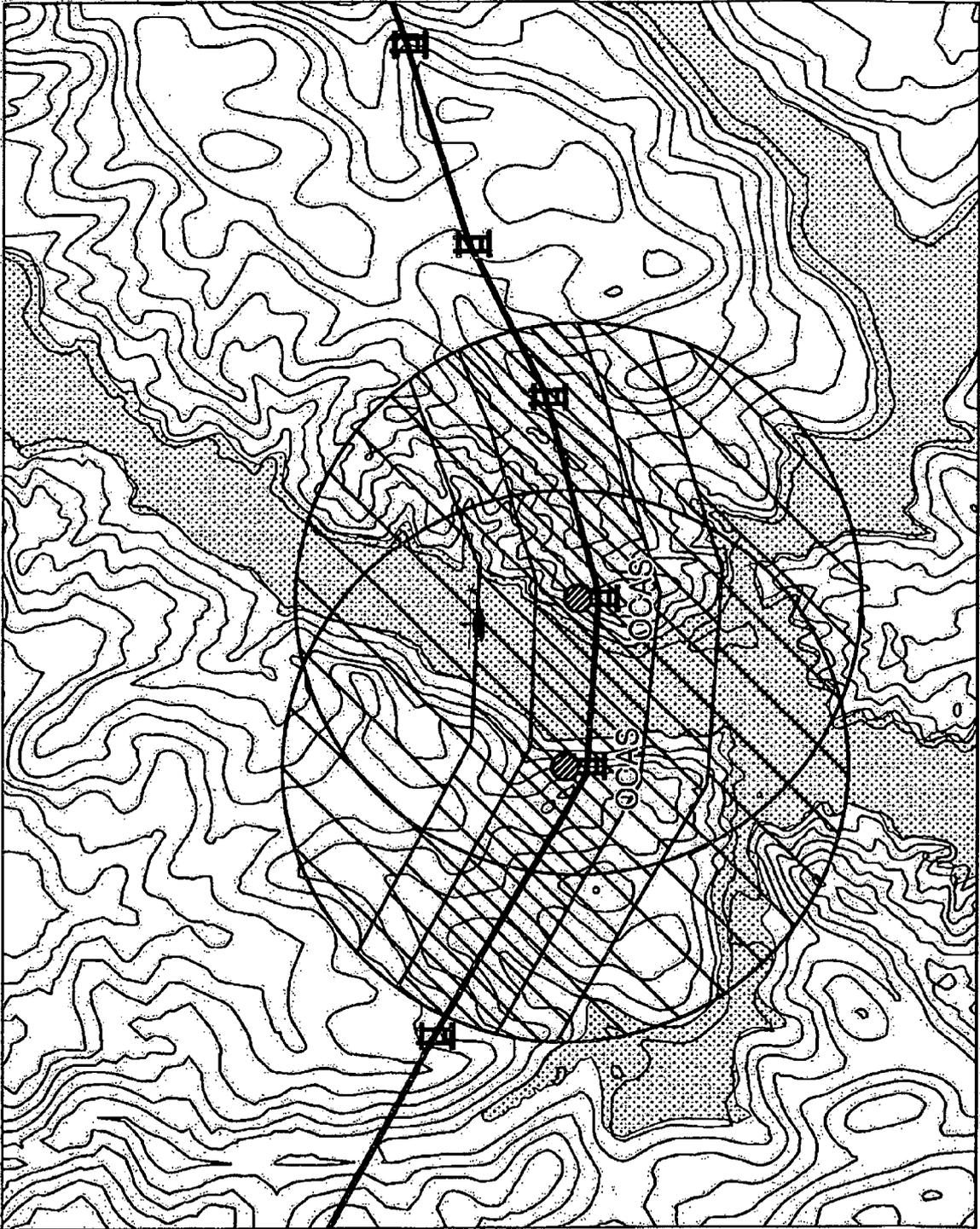
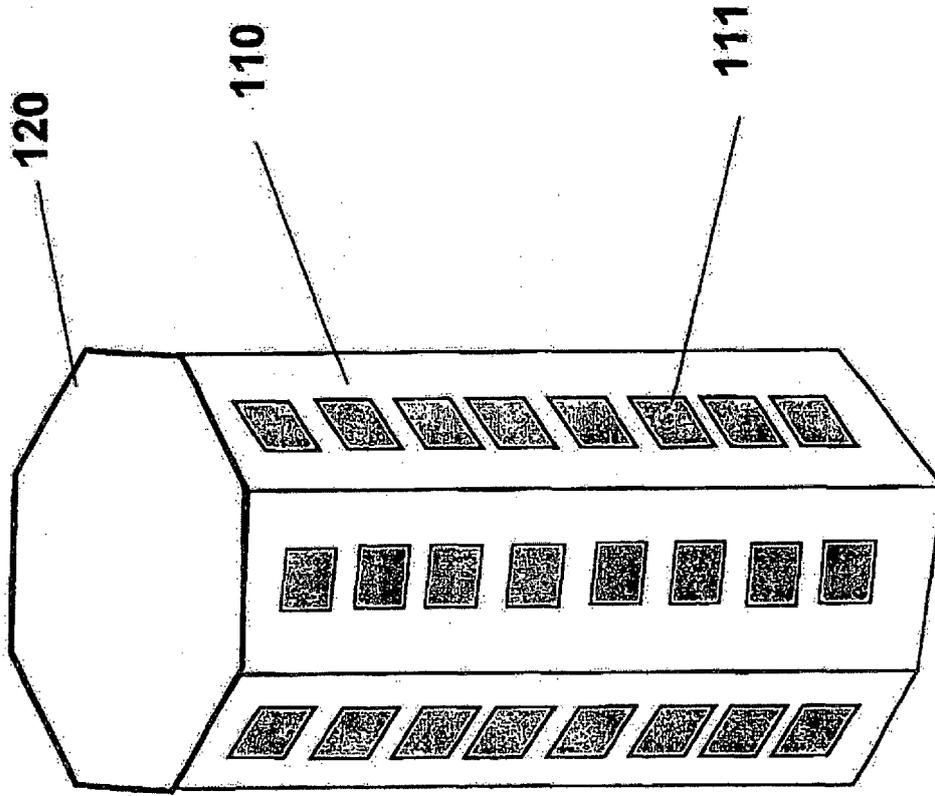


Fig.10.



**Fig. 11**

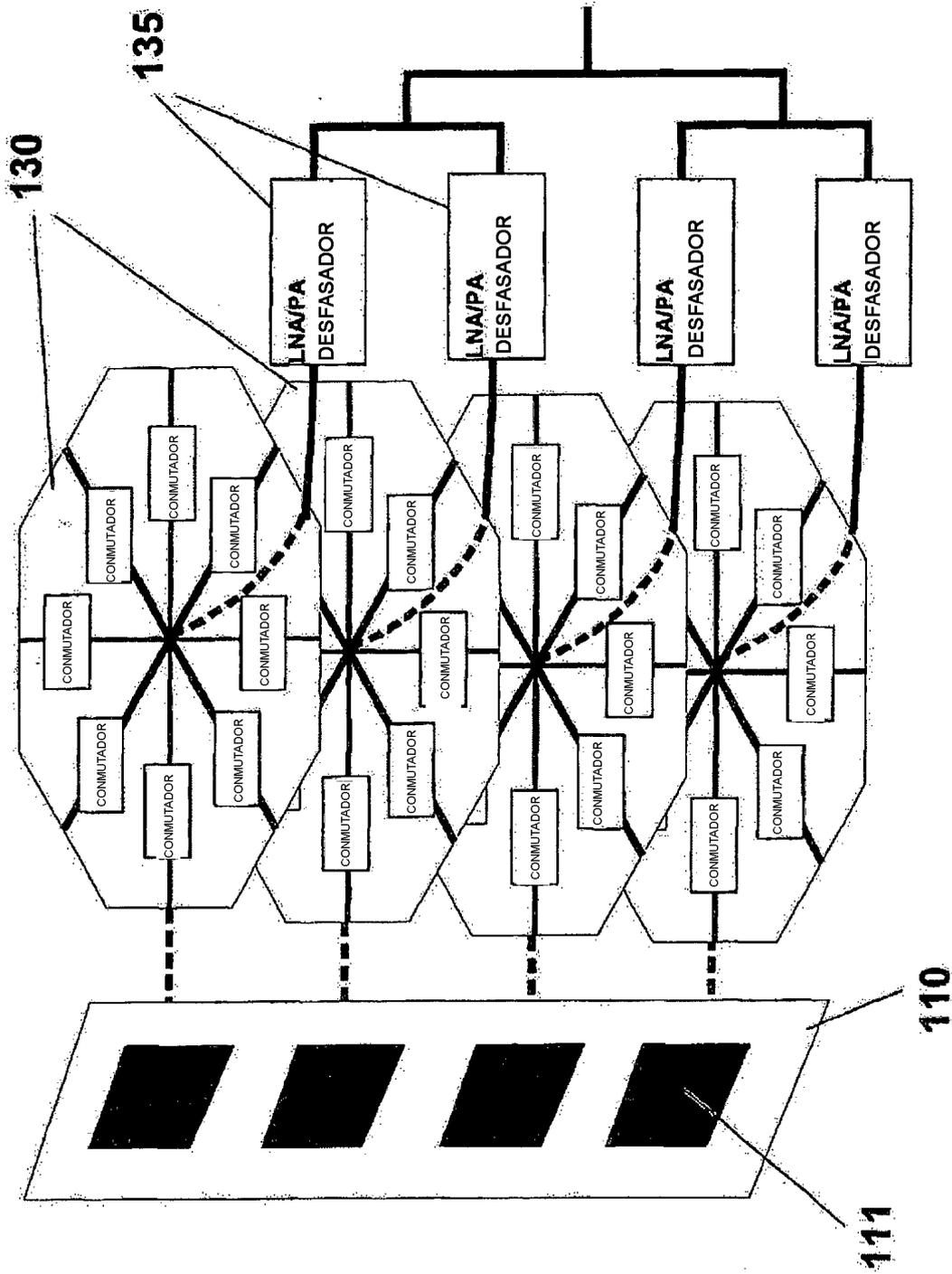


Fig. 12

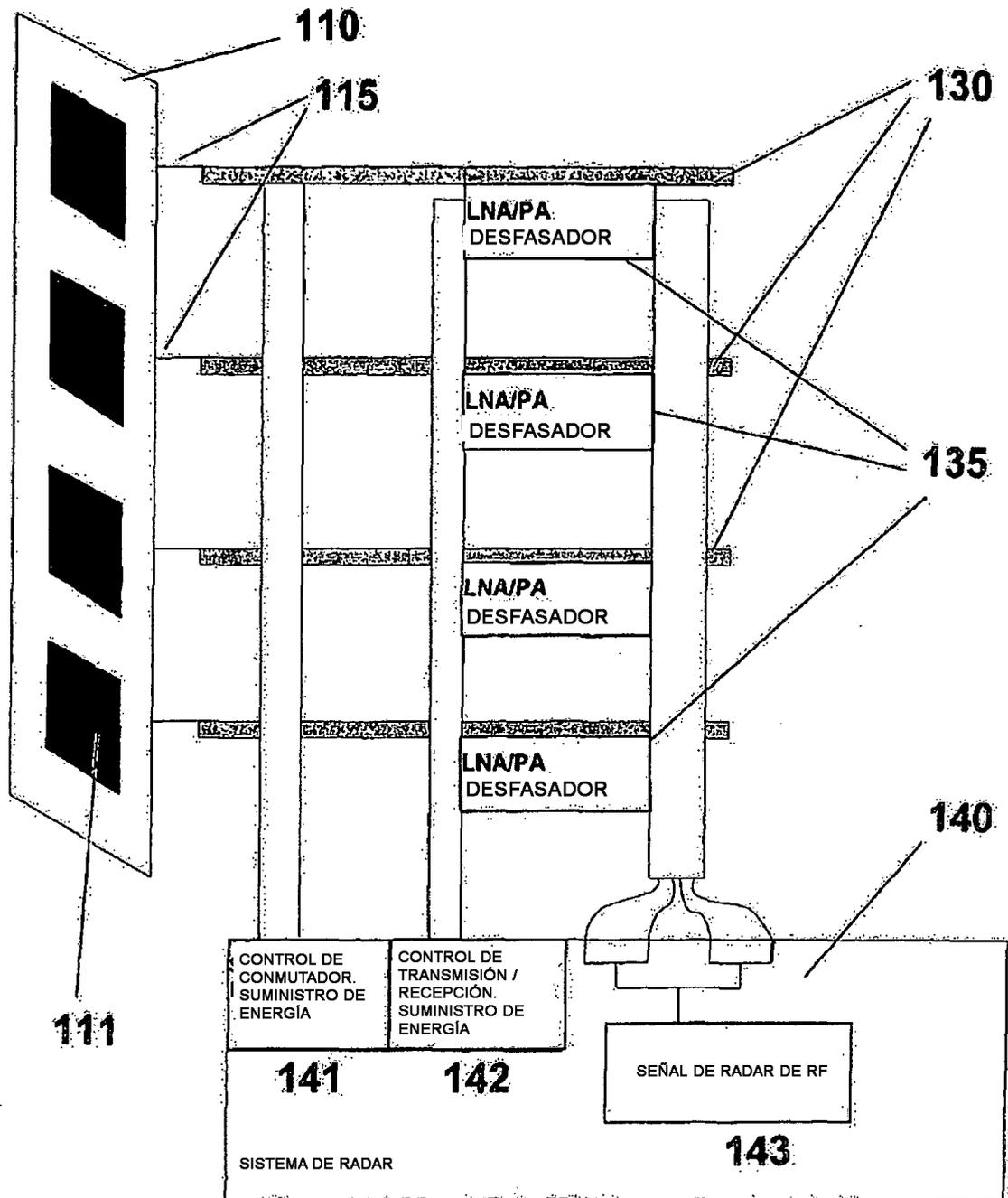
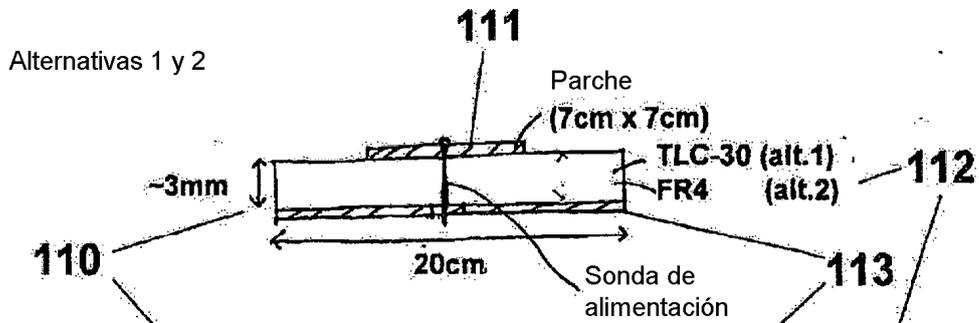


Fig. 13

ELEMENTO DE PARCHE

(DIBUJO 1)



Alternativa 3

(DIBUJO 2)

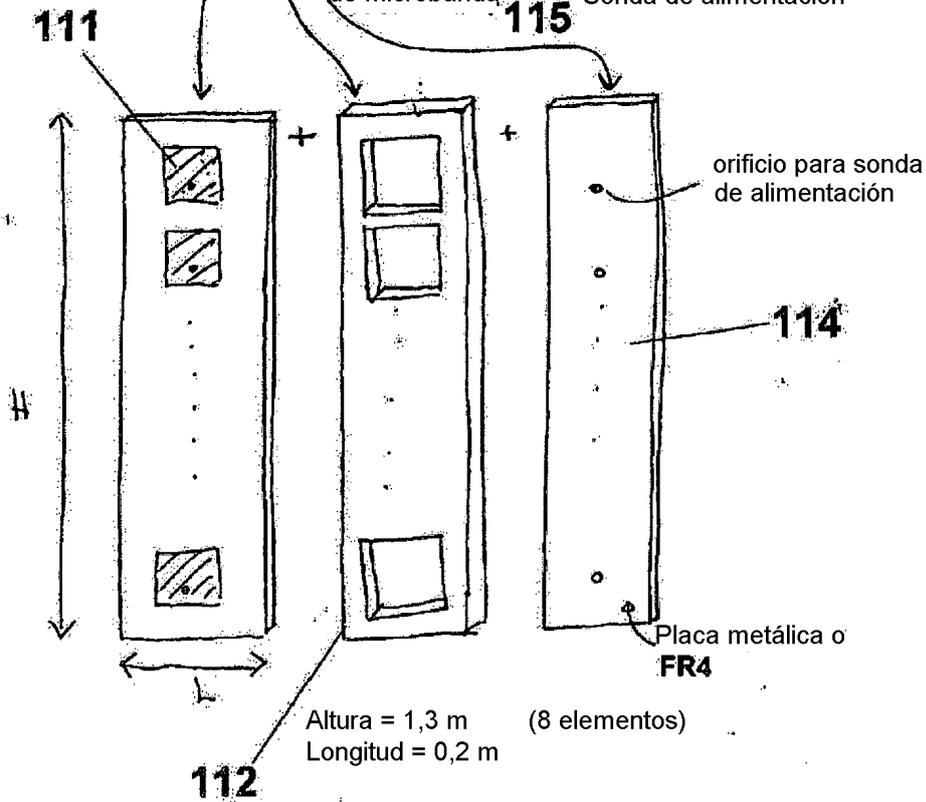
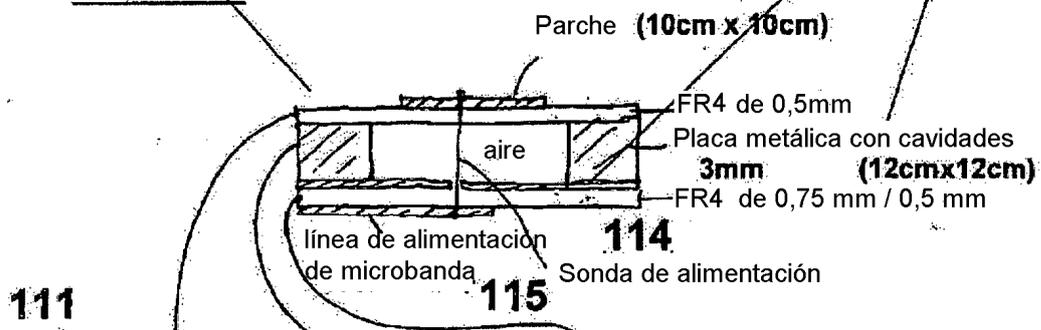


Fig. 14

Ejemplo:

ANTENA + INTERFAZ DE ANTENA (8 elementos dispuestos en dirección vertical)

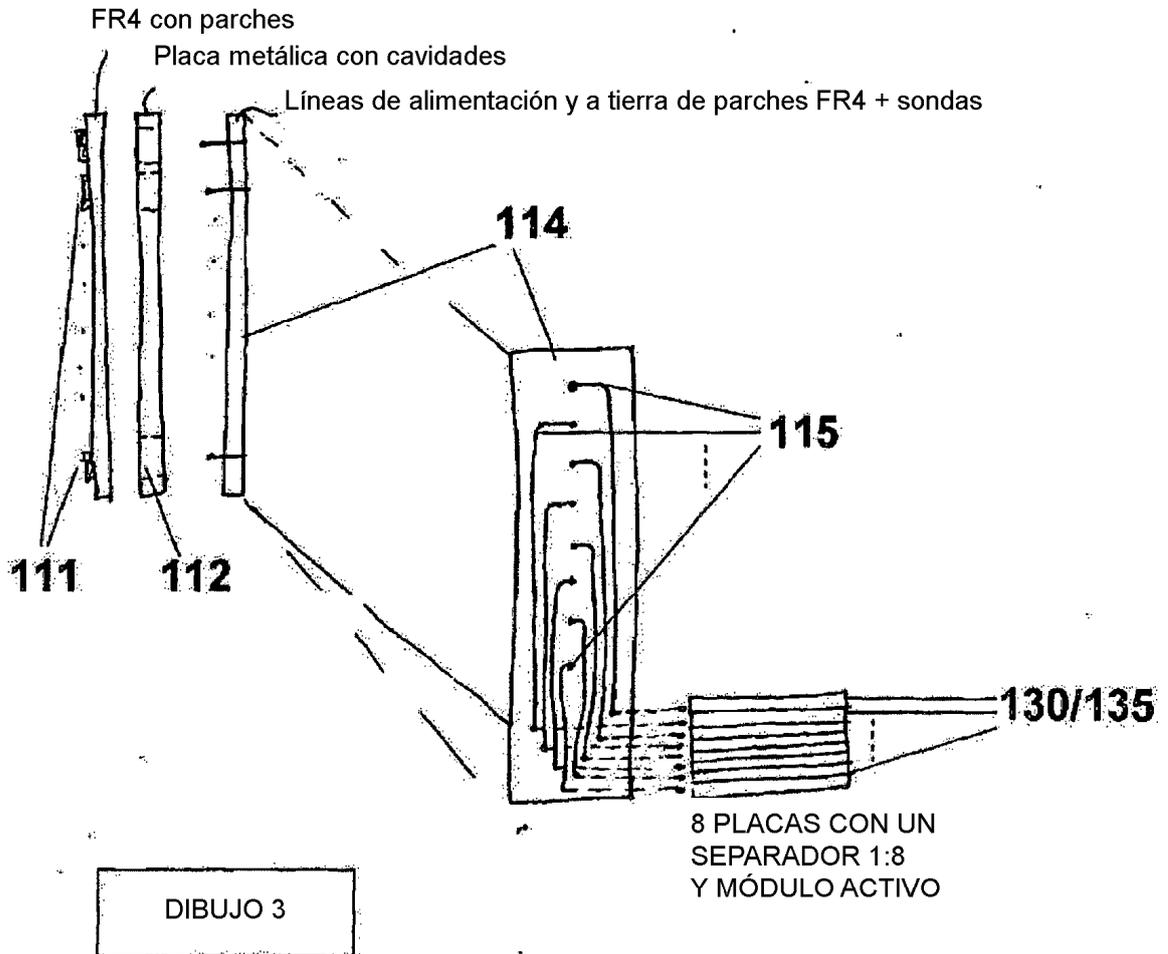
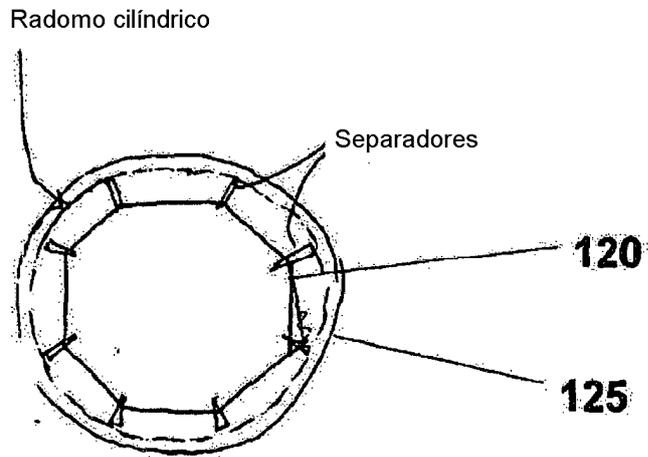


Fig. 15

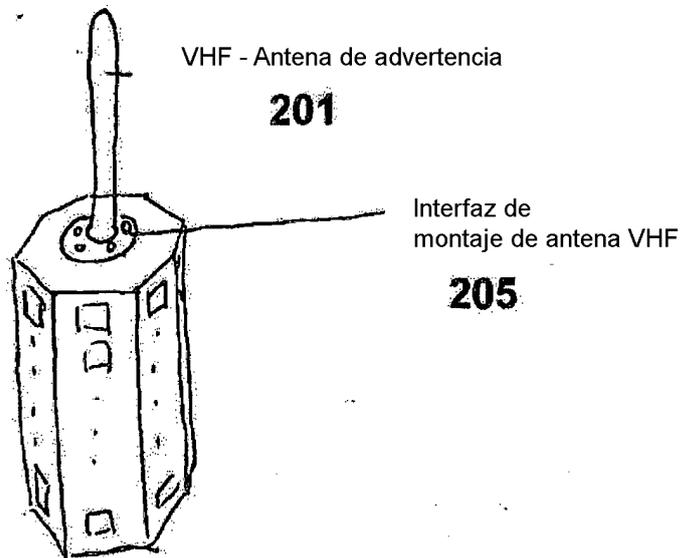
Radomo

(Dibujo 4)

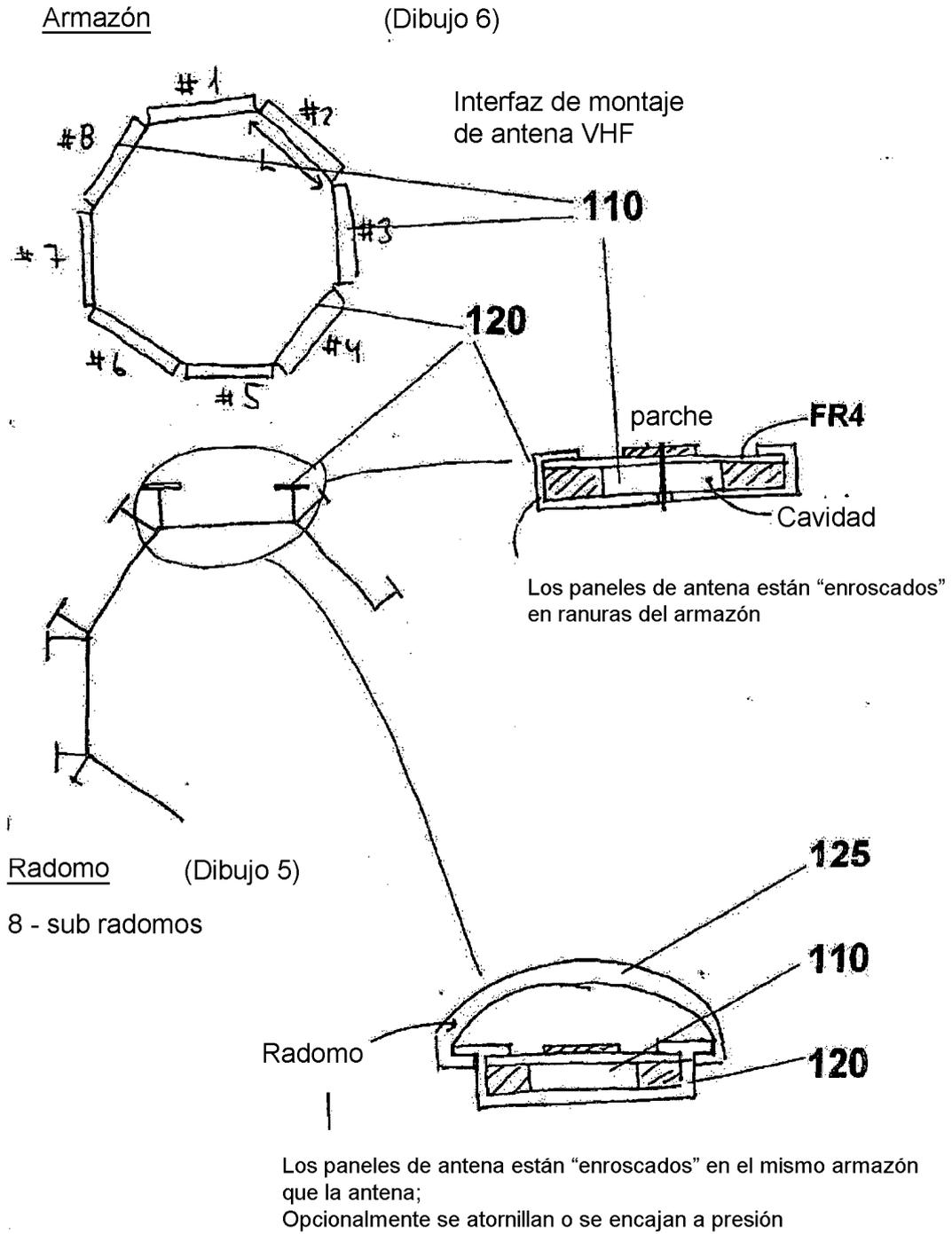


Armazón

(Dibujo 7)



**Fig. 16**



**Fig. 17**