

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 015**

51 Int. Cl.:

H01Q 25/00 (2006.01)

G01S 13/88 (2006.01)

H01Q 3/01 (2006.01)

H01Q 21/30 (2006.01)

G01S 13/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2016 E 16180427 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 3121902**

54 Título: **Dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas y sistema de radioaltimetría asociado**

30 Prioridad:

22.07.2015 FR 1501559

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

31.05.2019

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie , FR**

72 Inventor/es:

**LYS, SÉBASTIEN y
TCHOFFO-TALOM, FRIEDMAN**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 715 015 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

Dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas y sistema de radioaltimetría asociado

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas que comprende un generador de ondas radioeléctricas moduladas en frecuencia por una señal de modulación predeterminada y un sistema de antena de emisión-recepción, que tiene un ángulo de apertura de antena asociada.
- 10 **[0002]** También se refiere a un sistema de radioaltimetría asociado.
- [0003]** Encuentra aplicaciones en el campo de las radiocomunicaciones, y más particularmente en el campo de la aeronáutica.
- 15 **[0004]** Los sistemas de radioaltimetría, utilizados en el campo de la aeronáutica civil o militar, se conocen más comúnmente con el nombre de radioaltímetros.
- [0005]** Un radioaltímetro es un instrumento instalado a bordo de una aeronave y apto para proporcionar la altura de la aeronave en relación con el terreno o con una superficie sobrevolada. En particular, se utiliza un radioaltímetro durante las fases de vuelo automático o fases de vuelo críticas, tales como aproximación, aterrizaje y despegue. El radioaltímetro es un elemento esencial en la concesión de ayudas al piloto, especialmente en ausencia de visibilidad, en un uso junto con otros equipos de tipo TAWS (para el "Sistemas de Advertencia y Alerta de Aproximación al Terreno"), AFCS (para el "sistema de control de vuelo automático") y calculadoras de misión para el cálculo de la altura mínima.
- 20
- 25 **[0006]** La medición de altura proporcionada por el radioaltímetro también se puede utilizar para varias aplicaciones computacionales implementadas por un ordenador de viaje, como, por ejemplo, el reajuste de la posición de la aeronave respecto a un mapa preestablecido del terreno sobrevolado.
- 30 **[0007]** En el estado de la técnica, se conocen varios tipos de radioaltímetros, siendo el principio general de tales instrumentos medir la altura midiendo el tiempo de propagación de las señales de radioeléctricas emitidas y recibidas después de la reflexión en el terreno.
- [0008]** Un radioaltímetro comprende un generador de ondas radioeléctricas moduladas en frecuencia por una señal de modulación predeterminada y un sistema de antena de emisión-recepción, que tiene un ángulo de apertura de antena asociado.
- 35
- [0009]** Se conoce el uso de la emisión continua de ondas radioeléctricas moduladas en frecuencia por una señal de modulación que comprende rampas, con una pendiente esencialmente lineal, según una excursión de frecuencia o una pendiente δF , conocida con el nombre de modulación FMCW por las siglas en inglés de "frequency-modulated continuous wave" ("onda continua de frecuencia modulada"). En el campo civil, la banda de frecuencia utilizada es de 4,2 a 4,4 GHz. Después de la reflexión en terreno, una onda radioeléctrica reflejada se recibe en eco después de una duración τ que es una función de la altura de la aeronave y, por lo tanto, permite calcular esta altura.
- 40
- 45 **[0010]** La precisión del cálculo depende en particular del tamaño de la zona de recepción de las ondas radioeléctricas emitidas en la superficie seleccionada, que generalmente es el terreno, que depende de la apertura del sistema de antena y la altitud de vuelo.
- 50 **[0011]** Cuando el sistema de antena utilizado tiene una apertura fija, el tamaño de la zona de recepción varía considerablemente con la altitud de la aeronave. De hecho, cuanto mayor sea la altitud, mayor será el tamaño de la zona de recepción.
- [0012]** La ampliación de la zona de recepción tiene varios inconvenientes, en particular, la posibilidad de adherencia a elementos altamente reflectantes que podrían alterar el cálculo de la altura sobrevolada.
- 55
- [0013]** Además, una incertidumbre en la dirección asociada con la información de altura calculada induce errores potenciales en el reajuste radioaltimétrico, sin la adición de sistemas de interferometría que requieran antenas adicionales.
- 60
- [0014]** Por lo tanto, es deseable dirigirse mejor a la emisión de ondas radioeléctricas con el fin de controlar mejor la zona analizada y así mejorar la precisión del cálculo de la altura del radioaltímetro.
- [0015]** Los documentos US2009/315761 A1 y US2012/188117 A1 describen dispositivos de emisión-recepción radioeléctrica.
- 65

[0016] Más generalmente, en los sistemas de radiocomunicaciones en los que la distancia entre el emisor y el receptor es probable que cambie dinámicamente, es útil controlar mejor el tamaño de la zona de recepción de ondas radioeléctricas emitidas.

5

[0017] Un objeto de la invención es resolver este problema mientras se mantiene un sistema de compatibilidad comparable a los sistemas de antenas convencionales.

[0018] A tal fin, según un primer aspecto, la invención propone un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas que comprende un generador de ondas radioeléctricas moduladas en frecuencia por una señal de modulación predeterminada y un sistema de antena de emisión-recepción, que tiene un ángulo de emisión-recepción de valor de apertura de antena máximo asociado, apto para emitir dicha una onda radioeléctrica emitida y para recibir una onda radioeléctrica.

[0019] El sistema de antena comprende una primera red de elementos radiantes aptos para radiar en una primera banda de frecuencia y al menos una segunda red de elementos radiantes aptos para radiar en una segunda banda de frecuencias, una pluralidad de elementos de activación aptos para activar y/o desactivar cada una de las primera red y la segunda red de elementos radiantes, y un módulo de control apto para controlar dichos elementos de activación en función de un valor de apertura de antena elegido.

20

[0020] El valor de apertura de antena se selecciona entre un conjunto discreto de valores de apertura de antena, cada valor de apertura de antena de dicho conjunto discreto corresponde a una configuración de activación/desactivación de dichas primera y segundas redes de elementos radiantes.

[0021] Ventajosamente, el dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según la invención permite seleccionar dinámicamente la apertura de antena por activación o desactivación de las redes de elementos radiantes. Además, la adición de al menos una segunda red de elementos radiantes apto para radiar en una segunda banda de frecuencia en un sistema de antena que comprende una primera red de elementos radiantes tiene un pequeño impacto en su dimensionamiento.

30

[0022] El dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según la invención puede presentar una o más de las siguientes características, tomadas de forma independientemente o en todas sus combinaciones técnicamente aceptables.

[0023] Este dispositivo comprende un módulo de obtención de un valor de apertura de antena elegido.

[0024] El sistema de antena comprende una pluralidad de segundas redes de elementos radiantes, dispuestas en una matriz de segundas redes de elementos radiantes, teniendo cada segunda red de elementos radiantes un punto de alimentación propio.

40

[0025] Los dispositivos de activación son conmutadores, y el dispositivo comprende una pluralidad de conmutadores dispuestos para realizar una pluralidad de configuraciones de activación/desactivación de dichas primera y segunda redes de elementos radiantes.

[0026] Este dispositivo comprende un módulo de memoria y el conjunto discreto de valores de apertura de la antena, así como, para cada valor de apertura, la configuración de activación/desactivación de dichas primera y segunda redes de elementos radiantes asociadas, se almacenan.

[0027] Según otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de emisión-recepción de ondas radioeléctricas implementado por un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas como se ha descrito de forma breve anteriormente.

[0028] Este procedimiento comprende, en modo de emisión o recepción, las etapas que consisten en:

- 55 - obtención de un valor de apertura de antena elegido,
 - control de una pluralidad de elementos de activación/desactivación de las primera y segunda redes de elementos radiantes en función del valor de apertura de antena elegido.

[0029] Este procedimiento de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según la invención puede presentar una o más de las siguientes características, tomadas de forma independiente o en todas sus combinaciones técnicamente aceptables.

[0030] También comprende, además, en modo de emisión, una etapa de generación de al menos una onda radioeléctrica modulada en frecuencia por una señal de modulación predeterminada en una primera banda de frecuencias.

65

[0031] Comprende, en modo de emisión, etapas que consisten en:

- comparación del valor de apertura de la antena elegido con un valor de apertura de antena máximo,
- 5 - en caso de comparación negativa, transposición de ondas radioeléctricas generadas en una segunda banda de frecuencia.

[0032] Este procedimiento comprende, además, en modo de recepción, las etapas que consisten en:

- 10 - comparación del valor de apertura de antena elegido con un valor de apertura de antena máximo,
- en caso de comparación negativa, transposición de ondas radioeléctricas recibidas en la primera banda de frecuencia.

[0033] Según otro aspecto, la invención se refiere a un sistema de radioaltimetría que puede fijarse a un sistema aerotransportado y que puede proporcionar una distancia de dicho sistema aerotransportado respecto a una superficie, que comprende un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas tal como se ha descrito de forma breve más arriba, apto para emitir una onda radioeléctrica y de recibir una onda radioeléctrica reflejada por dicha superficie, comprendiendo el sistema de radioaltimetría además un módulo de tratamiento apto para calcular dicha distancia en función de las ondas radioeléctricas emitidas y reflejadas.

20 **[0034]** Ventajosamente, la precisión de cálculo de la distancia entre el sistema aerotransportado y dicha superficie se mejora gracias a la posibilidad de variar la apertura de la antena del sistema de antena.

[0035] Otras características y ventajas de la invención surgirán de la descripción que se da a continuación, a modo de indicación y de ningún modo limitante, con referencia a las figuras anexas, entre las cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente una aeronave equipada con un radioaltímetro y una zona de recepción en terreno asociada;
- la figura 2 representa los principales módulos funcionales de un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según una realización de la invención;
- 30 - la figura 3 representa esquemáticamente redes de elementos radiantes de un sistema de antenas;
- la figura 4 representa esquemáticamente un circuito de control de activación/desactivación de las redes de elementos radiantes de la figura 3;
- la figura 5 es un diagrama de flujo de las principales etapas de un procedimiento implementado por un sistema de radioaltimetría según una realización.

[0036] El dispositivo radioeléctrico de la invención se describe en su aplicación en un sistema de radioaltimetría (o radioaltímetro), conectado a un sistema aerotransportado.

40 **[0037]** En el ejemplo mostrado esquemáticamente en la figura 1, una aeronave 10 está equipada con un radioaltímetro 12 fijado a la aeronave 10 que es un helicóptero en este ejemplo.

[0038] El radioaltímetro 12 está equipado con un dispositivo radioeléctrico 30 (figura 2) de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según la invención, que comprende un sistema de antenas y es apto para emitir una onda radioeléctrica o un haz de ondas radioeléctricas hacia una superficie S diana, por ejemplo, el terreno.

[0039] Ventajosamente, el dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas permite elegir un valor de apertura de antena y obtener zonas de recepción 14, 16, 18 y 20 de diferentes tamaños según el valor de apertura de antena elegido.

50 **[0040]** El radioaltímetro 12 tiene por objetivo la estimación de la distancia mínima sobrevolada H_0 , en función de una o más ondas radioeléctricas emitidas O_E y ondas reflejadas recibidas O_R .

[0041] En una realización, cada onda radioeléctrica emitida está modulada en frecuencia, por ejemplo, según una señal que comprende rampas de variación de frecuencia que varían entre un valor F_{min} y un valor F_{max} , según una excursión de frecuencia $\Delta F = abs(F_{max}-F_{min})$, en el que abs representa el valor absoluto. Las ondas radioeléctricas O_E se reflejan en el terreno S y producen ondas reflejadas O_R . Este modo de funcionamiento se denomina modo FMCW "onda continua de frecuencia modulada".

60 **[0042]** Cabe señalar que la aplicación de la invención no se limita a este modo de funcionamiento de un radioaltímetro.

[0043] Las zonas de recepción 14, 16, 18 y 20 tienen diferentes tamaños dependiendo del valor de apertura de antena seleccionado.

65

[0044] Cada zona de recepción, o tarea en el terreno, es la zona radiada por las ondas radioeléctricas emitidas con un valor de apertura de antena determinado. Cada zona de recepción es esencialmente circular, su radio depende del valor de apertura de la antena.

5 **[0045]** Cabe señalar que las zonas de recepción 14 a 20 se representan en la figura 1 con fines explicativos. En la práctica, y como se explica con más detalle a continuación, después de elegir el valor de apertura de la antena, una única zona de recepción entre las zonas de recepción 14 a 20 es efectiva.

[0046] En el ejemplo de la figura 1, se representa esquemáticamente una zona de recepción 14
10 correspondiente a una primera banda de frecuencia del espectro electromagnético, por ejemplo, la banda C, definida por las frecuencias de 4 a 8 GHz.

[0047] La zona de recepción 20 corresponde a una segunda banda de frecuencia del espectro
15 electromagnético, por ejemplo, la banda denominada banda Ka, que oscila de 27 a 40 GHz.

[0048] Además, dos zonas de recepción adicionales 16 y 18, corresponden a una selección de diferentes
redes de elementos radiantes en la segunda banda de frecuencia.

[0049] Por lo tanto, el sistema de antenas del dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas
20 radioeléctricas es apto para funcionar, en la realización descrita, en dos bandas de frecuencia, una primera banda de frecuencia, o banda baja, y una segunda banda de frecuencia, o banda alta, y varios valores de apertura de antena, correspondientes a zonas de recepción de diferentes tamaños, se pueden seleccionar en la segunda banda de frecuencia.

25 **[0050]** Como se explica con más detalle a continuación, estos diferentes valores de apertura de la antena se pueden lograr a través de un control de activación o desactivación, mediante alimentación eléctrica, de elementos radiantes de antena.

[0051] La figura 2 ilustra esquemáticamente los principales bloques funcionales de un dispositivo
30 radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según una realización, integrable en un radioaltímetro y que permite una selección de un valor de apertura de antena entre una pluralidad de valores de apertura de la antena.

[0052] El dispositivo radioeléctrico 30 comprende un módulo de interfaz de entrada 32 para la adquisición de
35 diversos parámetros de funcionamiento, que se guardarán en una memoria 34 y un módulo 36 de obtención de un valor de apertura de antena.

[0053] En una realización, el módulo 36 recibe un valor de apertura de antena de un operador.

40 **[0054]** En una variante, el módulo 36 recibe un valor de apertura de antena de otro módulo de cálculo, para un funcionamiento en bucle para seleccionar un valor de apertura de antena optimizado para una aplicación dada, por ejemplo, para un cálculo de altura H_0 cuando el dispositivo radioeléctrico 30 está integrado en un radioaltímetro.

[0055] El dispositivo radioeléctrico 30 comprende un módulo 38 de generación de ondas radioeléctricas en
una primera banda de frecuencia, por ejemplo, la banda C.

45 **[0056]** Un módulo 40 de transposición de ondas de la onda radioeléctrica en una segunda banda de frecuencia se implementa opcionalmente, en función del valor de apertura elegido obtenido por el módulo 36 de obtención de un valor de apertura de antena. Por ejemplo, la segunda banda de frecuencia es la banda Ka.

50 **[0057]** De hecho, si el valor de apertura de antena corresponde a la apertura de antena máxima, la emisión de la onda radioeléctrica se realiza en la primera banda de frecuencia, que es más baja que la segunda banda de frecuencia.

[0058] En una variante, los módulos 38 y 40 se reemplazan por un solo módulo de generación y
55 conformación de una onda radioeléctrica en una banda de frecuencia seleccionada por un parámetro.

[0059] Un módulo 42 de control permite seleccionar los elementos radiantes del sistema de antenas 44 a utilizar en emisión y recepción.

60 **[0060]** De hecho, el sistema de antenas 44 comprende una primera red de elementos radiantes aptos para realizar la emisión en la primera banda de frecuencia.

[0061] También comprende un conjunto de segundas redes de elementos radiantes aptos para llevar a cabo
la emisión en la segunda banda de frecuencia.

65

[0062] La figura 3 ilustra esquemáticamente un sistema de antenas 44 según una realización.

[0063] El sistema comprende una primera red 45 de primeros elementos radiantes que funcionan en la banda baja 46a, 46b, 46c y 46d, colocados en un plano reflector de soporte 48 y comprendiendo cada uno un punto de alimentación eléctrica 50a, 50b, 50c y 50d. Cada uno de los primeros elementos radiantes se activa cuando se alimenta.

[0064] En esta realización, en el mismo plano de soporte 48 están situadas segundas redes de elementos radiantes $52_1, \dots, 52_i, \dots, 52_n$, que funcionan en la banda alta.

[0065] Cada una de estas segundas redes de elementos radiantes está compuesta por un bloque regular de elementos radiantes o parches elementales 54, dispuestos en una malla regular.

[0066] En el ejemplo mostrado, la malla regular es cuadrada, pero cualquier otra malla regular es concebible.

[0067] Por ejemplo, según una variante, los segundos elementos radiantes están dispuestos en anillos concéntricos.

[0068] Las segundas redes 52_1 a 52_n también están dispuestas en una matriz 55 de segundas redes de elementos radiantes.

[0069] Cada una de las redes de elementos radiantes 52_i comprende un punto de alimentación eléctrica 58_i , que permite activar o no esta red en emisión y en recepción.

[0070] Ventajosamente, cada una de estas segundas redes de elementos radiantes 52_i es activable individualmente, lo que permite realizar varias selecciones de conjuntos de segundas redes activadas por el módulo de control 42, formando una configuración de emisión-recepción de segundas redes de elementos radiantes aptos para emitir y recibir un haz de ondas radioeléctricas correspondiente a un valor de apertura de antena diferente. Se obtiene un sistema de antenas con múltiples valores de apertura de antena seleccionables.

[0071] Por ejemplo, la activación de la primera red 45 de elementos radiantes permite obtener la zona de recepción 14 de la figura 1, la activación de la totalidad de la matriz 55 de las segundas redes permite obtener la zona de recepción 20 de la figura 1.

[0072] La activación del conjunto de segundas redes de elementos radiantes que forman la submatriz 56 permite obtener la zona de recepción 18 y la activación de un cuadrado 52_i único permite obtener la zona 16.

[0073] Aquí se ilustra una selección de 4 configuraciones de segundas redes de elementos radiantes activados, pero se entiende que es posible un número N de configuraciones superior a 4, según del número y la disposición de las redes de elementos radiantes consideradas.

[0074] La figura 4 ilustra esquemáticamente un circuito 60 de activación/desactivación de las redes de elementos radiantes de la figura 3. Los diversos puntos de alimentación de las primeras y las segundas redes de elementos radiantes correspondientes de la figura 3, así como los elementos de activación, por ejemplo, conmutadores, permiten controlar la activación y la desactivación de las diversas redes de elementos radiantes.

[0075] El circuito eléctrico 60 comprende un punto de alimentación 62 de la primera red de elementos radiantes, y puntos de alimentación 64, 66, 68 de alimentación de los conjuntos de segundas redes considerados.

[0076] Más generalmente, cada uno de los conjuntos de primeras y segundas redes de elementos radiantes asociados con un valor de apertura de antena tiene un punto de alimentación asociado.

[0077] El circuito de la figura 4 comprende conmutadores $70_1, \dots, 70_k, \dots, 70_n$ que permiten alimentar o no las primeras y las segundas redes de elementos radiantes.

[0078] En una variante, los elementos $70_1, \dots, 70_k, \dots, 70_n$ de activación/desactivación son interruptores.

[0079] Se proporcionan varias configuraciones de apertura/cierre de los elementos de activación 70_i a 70_n , correspondiendo cada configuración a un conjunto de redes de elementos radiantes activos y con un valor de apertura de antena dado.

[0080] Las diversas configuraciones, que indican la correspondencia entre las posiciones de los distintos conmutadores y el valor de apertura de la antena asociado, se almacenan en un módulo de memoria 34, por ejemplo, en registros o en un archivo.

[0081] Por lo tanto, la elección de la apertura de la antena asociada con el sistema de antenas 44 se realiza gracias a la selección de la posición de los diversos elementos de activación del circuito 60.

[0082] Se puede obtener un conjunto discreto de diferentes valores de apertura de antena.

5

[0083] Según una realización de la invención, un radioaltímetro apto para ser fijado a un sistema aerotransportado y de proporcionar una distancia de dicho sistema aerotransportado respecto a una superficie, comprende un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas como se describe anteriormente y un módulo de tratamiento apto para calcular dicha distancia en función de las ondas radioeléctricas emitidas y reflejadas.

10

[0084] La figura 5 es un diagrama de flujo de las principales etapas implementadas por un radioaltímetro que comprende un dispositivo de radiofrecuencia como se describe anteriormente, para un cálculo de distancia respecto a una superficie sobrevolada.

15

[0085] En una etapa 80, se obtiene un valor de apertura de antena V_A a aplicar, ya sea a través de una interfaz hombre-máquina bajo el control de un operador, o por cálculo como se explica a continuación.

[0086] Un haz de ondas radioeléctricas a emitir se genera durante una etapa 82, en una primera banda de frecuencia, por ejemplo, la banda C.

20

[0087] Se verifica durante una etapa de verificación 84 si el valor de apertura de la antena es igual al valor de apertura máximo memorizado previamente.

25

[0088] En el caso de una respuesta negativa, a la etapa 84 le sigue una etapa de transposición 86 a fin de transponer las ondas radioeléctricas que se emitirán en la segunda banda de frecuencia, por ejemplo, la banda Ka.

[0089] En caso de una respuesta positiva a la etapa de verificación 84, o después de la etapa 86, la etapa de selección de redes de elementos radiantes de emisión 88 consiste en determinar, en función del valor de apertura de la antena V_A , a partir de configuraciones previamente memorizadas que ponen en relación los diversos valores posibles de apertura de antena con una configuración de apertura/cierre de los conmutadores del circuito de control.

30

[0090] Por ejemplo, cuando el valor de apertura de la antena V_A es el valor de apertura máximo, solo se activa la primera red de elementos radiantes.

35

[0091] La etapa de la elección de redes de elementos radiantes de emisión 88 aplica un control de activación/desactivación de los conmutadores que permite la alimentación eléctrica de las diversas redes de elementos radiantes seleccionadas y la emisión de las ondas radioeléctricas.

[0092] En recepción, una activación/desactivación de las redes de elementos radiantes también se implementa durante una etapa 90, en función del valor de apertura de la antena V_A .

40

[0093] A la etapa 90 le sigue una etapa de verificación 92, similar a la etapa 84, a fin de verificar si el valor de apertura de la antena V_A es igual a un valor de apertura máximo memorizado previamente.

45

[0094] En el caso de una respuesta negativa, la etapa 92 es seguida por una etapa de transposición 94 a fin de transponer las ondas radioeléctricas recibidas en la primera banda de frecuencia.

[0095] En caso de una respuesta positiva a la etapa de verificación 92, o después de la etapa 94, la etapa 96 implementa las diversas operaciones de recepción y demodulación de las ondas radioeléctricas recibidas, transpuestas, si es necesario, en la primera banda de frecuencia.

50

[0096] Acto seguido, se aplica una etapa de extracción y cálculo 98 de la distancia entre el radioaltímetro y la superficie que ha reflejado las ondas radioeléctricas recibidas.

55

[0097] Si el radioaltímetro determina, según sus propios procedimientos y según su misión, que la zona de recepción analizada no es satisfactoria, puede ordenar un nuevo valor de apertura de antena. Se obtiene un nuevo valor de apertura de la antena, inferior al valor de apertura de la antena V_A utilizada, y se iteran las etapas 80 a 98.

[0098] Ventajosamente, esta realización implementa operaciones de tratamiento de ondas radioeléctricas en la primera banda de frecuencia, que son convencionales.

60

[0099] Ventajosamente, es utilizable un radioaltímetro conocido, en banda C, modificado mediante la adición de módulos de obtención de un valor de apertura de antena, de transposición entre dichas primera y segunda bandas de frecuencia y de control de activación/desactivación de las redes de elementos radiantes a utilizar en emisión y en recepción.

65

[0100] De este modo, la solución propuesta presenta bajos costos de fabricación, al mismo tiempo que mantiene la compacidad del dispositivo.

- 5 **[0101]** La invención se ha descrito en su aplicación a un dispositivo de radiofrecuencia apto para emitir y recibir en dos bandas de frecuencia diferentes. Sin embargo, la invención no se limita a este caso de aplicación, y es aplicable a un funcionamiento con más de dos bandas de frecuencia, siendo redes de elementos radiantes seleccionables en cada banda de frecuencia para lograr diversos valores de apertura de antena.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas que comprende un generador de onda radioeléctrica modulada en frecuencia por una señal de modulación predeterminada y un sistema de antenas de emisión-recepción, que tiene un ángulo de emisión-recepción de valor de apertura de antena máxima asociado, apto para emitir dicha onda radioeléctrica emitida y para recibir una onda radioeléctrica, el sistema de antenas (44) comprende una primera red (45) de elementos radiantes (46a, 46b, 46c, 46d) aptos para irradiar en una primera banda de frecuencia y al menos una segunda red (52_i, 55, 56) de elementos radiantes aptos para irradiar en una segunda banda de frecuencia, **caracterizado porque** el dispositivo comprende una pluralidad de elementos de activación (70₁, ...70_i, ..., 70_n) aptos para activar y/o desactivar cada una de las primera y segunda redes de elementos radiantes, y un módulo de control (42) apto para controlar dichos elementos de activación (70₁, ...70_i, ..., 70_n) en función de un valor de apertura de antena seleccionado entre un conjunto discreto de valores de apertura de antena, correspondiendo cada valor de apertura de antena de dicho conjunto discreto a una configuración de activación/desactivación de una de dichas primera y segunda redes de elementos radiantes.
2. Dispositivo radioeléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un módulo de obtención (36) de un valor de apertura de antena elegido.
3. Dispositivo radioeléctrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** el sistema de antena comprende una pluralidad de segundas redes (52₁, ..., 52_i, ..., 52_n) de elementos radiantes, dispuestos en una matriz (55) de segundas redes de elementos radiantes, teniendo cada segunda red de elementos radiantes un punto de alimentación eléctrica propio.
4. Dispositivo radioeléctrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** dichos elementos de activación (70₁, ..70_i, .., 70_n) son conmutadores, y **porque** comprende una pluralidad de conmutadores dispuestos para realizar una pluralidad de configuraciones de activación/desactivación de dichas primera y segunda redes de elementos radiantes.
5. Dispositivo radioeléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un módulo de memoria (34) y **porque** el conjunto discreto de valores de apertura de antena, así como, para cada valor de apertura, la configuración de activación/desactivación de dichas primera y segunda redes de elementos radiantes asociada, se almacenan.
6. Procedimiento de emisión-recepción de ondas radioeléctricas implementado por un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** comprende, en modo de emisión o de recepción, etapas que consisten en:
- obtención (80) de un valor de apertura de antena seleccionado,
 - control (88,90) de una pluralidad de elementos de activación/desactivación de las primera y segunda redes de elementos radiantes en función del valor de apertura de antena elegido.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado porque** comprende, además, en modo de emisión, una etapa de generación (82) de al menos una onda radioeléctrica modulada en frecuencia por una señal de modulación predeterminada en una primera banda de frecuencias.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado porque** comprende, en modo de emisión, etapas que consisten en:
- comparación (84) del valor de apertura de antena seleccionado con un valor de apertura de antena máximo,
 - en caso de comparación negativa, transposición (86) de las ondas radioeléctricas generadas en una segunda banda de frecuencia.
9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** comprende, además, en modo de recepción, etapas que consisten en:
- comparación (92) del valor de apertura de antena seleccionado con un valor apertura de antena máximo,
 - en caso de comparación negativa, transposición (94) de las ondas radioeléctricas recibidas en la primera banda de frecuencia.
10. Sistema de radioaltimetría apto para fijarse a un sistema aerotransportado y para proporcionar una distancia de dicho sistema aerotransportado respecto a una superficie, **caracterizado porque** comprende un dispositivo radioeléctrico de emisión-recepción de ondas radioeléctricas según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, apto para emitir dicha onda radioeléctrica y para recibir una onda radioeléctrica reflejada por dicha superficie, comprendiendo el sistema de radioaltimetría además un módulo de tratamiento apto para calcular dicha distancia en función de las ondas radioeléctricas emitidas y reflejadas.

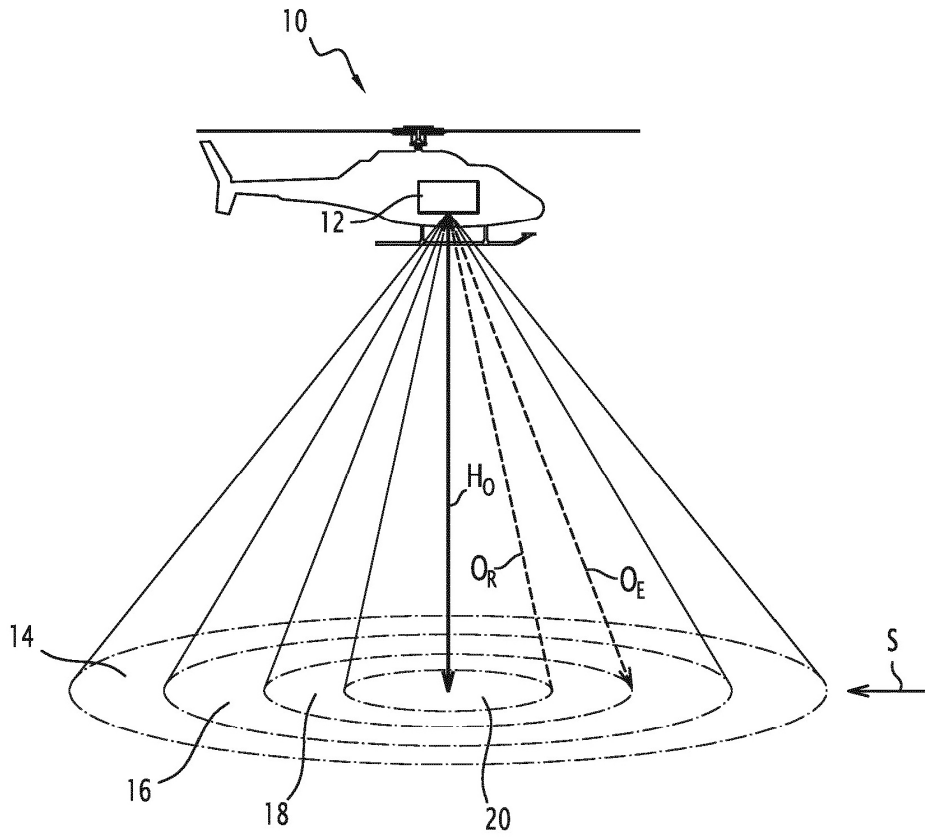


FIG.1

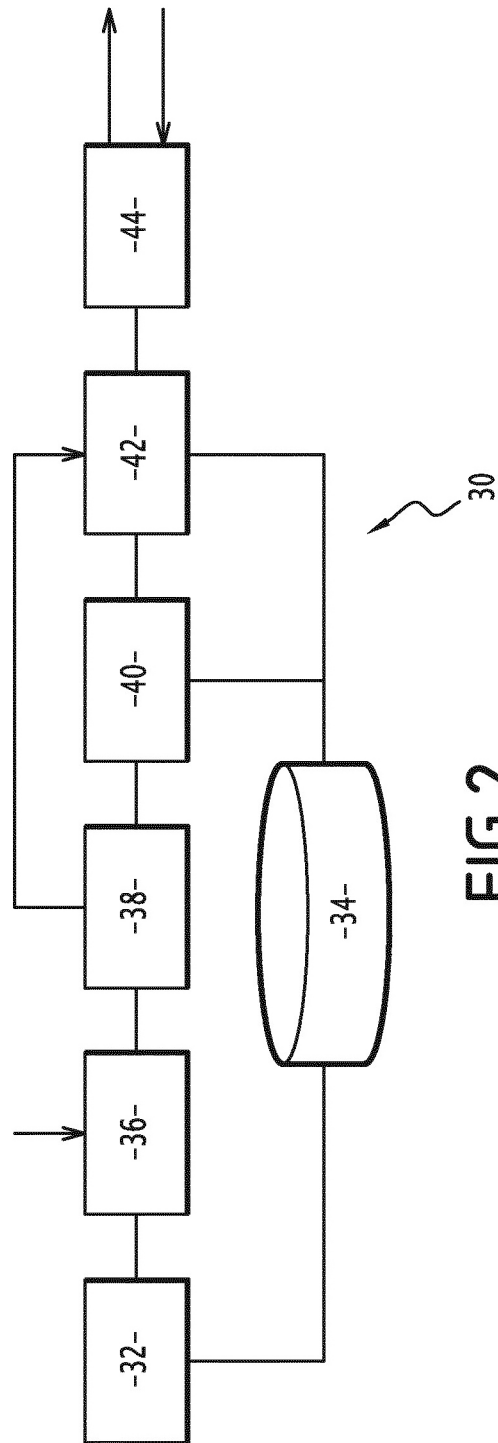


FIG.2

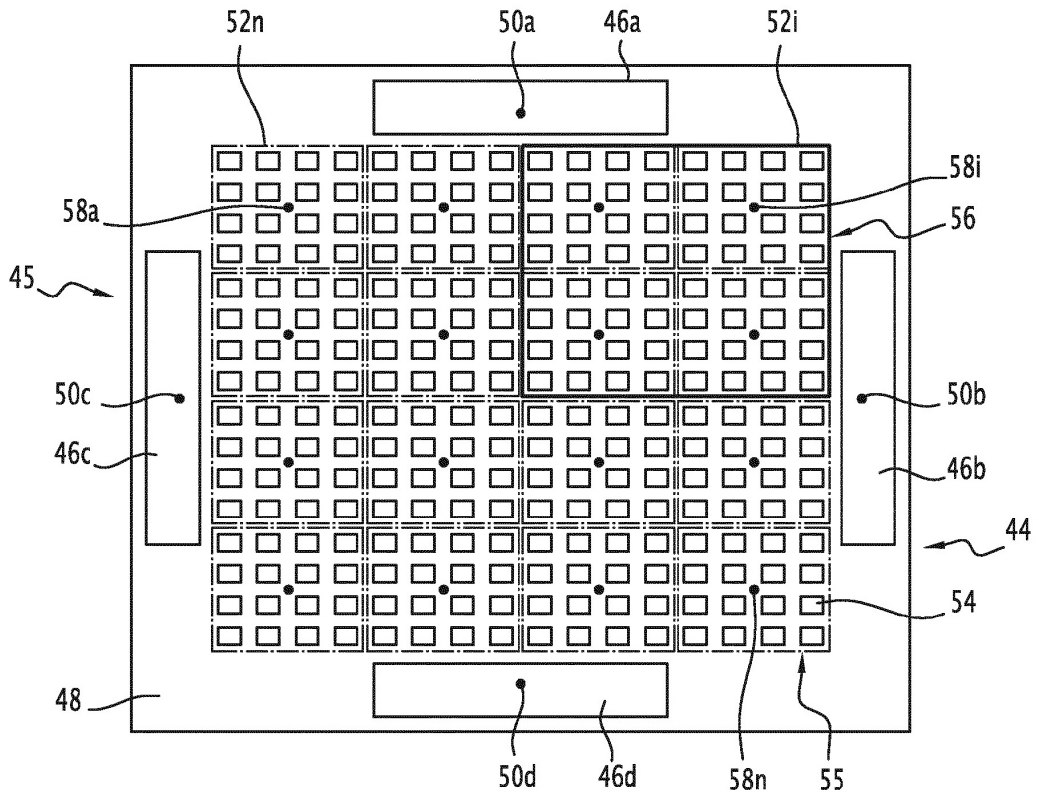


FIG. 3

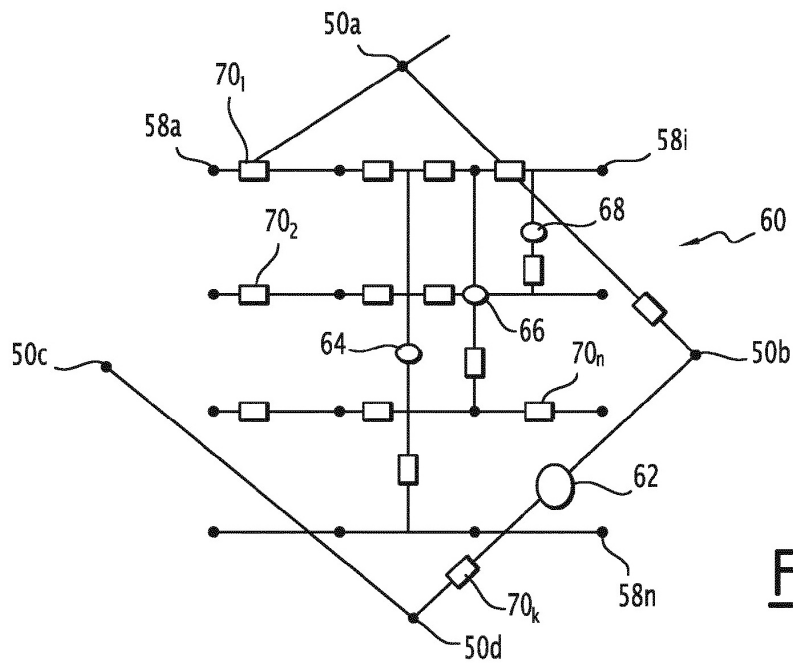


FIG. 4

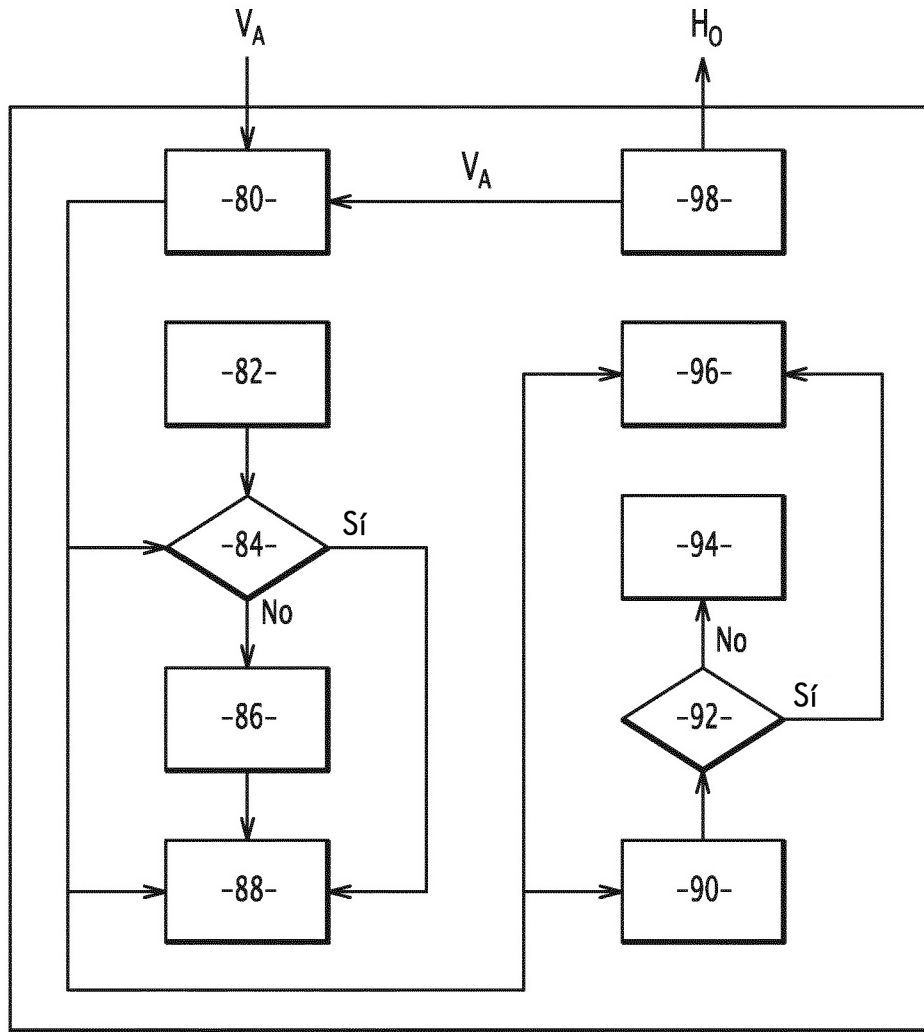


FIG.5