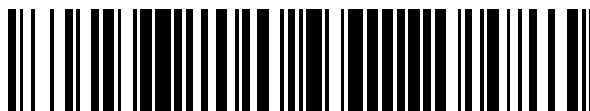


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 957**

51 Int. Cl.:

G01S 13/93 (2006.01)

G01S 13/44 (2006.01)

G01S 13/48 (2006.01)

G01S 13/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2010 E 10175697 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.10.2015 EP 2296007**

54 Título: **Radar con agilidad de haz, en particular para la función de detectar y evitar obstáculos**

30 Prioridad:

15.09.2009 FR 0904395

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

21.01.2016

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR**

72 Inventor/es:

**CORNIC, PASCAL;
LE BIHAN, PATRICK y
KEMKEMIAN, STÉPHANE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 556 957 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

Radar con agilidad de haz, en particular para la función de detectar y evitar obstáculos

La presente invención se refiere a un radar con agilidad de haz. Se aplica en particular para la función de detectar y de evitar obstáculos.

5 La realización de una función radar de detección de obstáculos aéreos no cooperativa para aeronaves, en particular para los drones, es esencial para permitir la inserción de aeronaves autopilotadas en el sector aéreo no segregado. Esta participa en la función de detectar y de evitar obstáculos conocida con el nombre de "Sense and Avoid".

10 Un radar de este tipo debe disponer de un muy amplio campo de observación, tradicionalmente $\pm 110^\circ$ en acimut y $\pm 15^\circ$ en elevación, y debe ser capaz de barrer el espacio en un tiempo muy corto, teniendo en cuenta el tiempo necesario para iniciar una maniobra evasiva en caso de riesgo de colisión. Estas características corresponden aproximadamente a la capacidad de observación del entorno de un piloto "humano".

A causa del resultado de alcance cuando llueve, de disponibilidad de componentes microondas a bajo coste y de la facilidad de integración en el portador, dicho radar resulta ventajoso en banda X.

15 Para dicha aplicación, es interesante utilizar una antena o varias antenas de amplio campo de emisión, y formar en la recepción múltiples haces de forma simultánea en la zona iluminada. Esta solución se implementa tradicionalmente por medio de redes de antenas cuyos diagramas deben tener una directividad suficiente para localizar los blancos con una buena precisión. Esta directividad es tradicionalmente mejor que 10° en los dos planos. Además, los diagramas de antena deben presentar unos lóbulos secundarios lo más bajos posibles para rechazar los ecos parásitos del suelo, en particular en las fases de vuelo a baja altitud. Por otra parte, la superficie de la
20 antena debe ser suficiente para garantizar el resultado de alcance con una potencia de emisión razonable que es, por regla general, del orden de 20 vatios. Además de estas exigencias técnicas, el radar debe poder implantarse en diferentes tipos de aeronaves, y las restricciones de volumen electrónico y de superficie disponible para la antena son extremadamente fuertes. Por último, debe minimizarse el coste global de la electrónica.

25 De este modo, el reto es definir una arquitectura de antena de radar y un tratamiento asociado que permita obtener unos diagramas de buena calidad, minimizando al mismo tiempo el volumen de la electrónica y la superficie de antena que hay que implantar. Algunos objetivos prioritarios que hay que tener en cuenta para definir dicho radar son, en particular, los siguientes:

- obtener una amplia cobertura instantánea de la zona de observación por medio de uno o varios haces amplios en emisión, en asociación con la formación de haces en recepción;
- 30 – facilitar la integración minimizando la superficie de antena preservando al mismo tiempo el resultado de alcance y manteniéndose en potencias de emisión razonables, por ejemplo en la clase 20 vatios;
- garantizar una directividad suficiente para separar los blancos y para reducir el retorno de los ecos parásitos del suelo en el lóbulo principal, por ejemplo en la clase 10° o menos;
- minimizar los lóbulos secundarios para limitar al máximo el retorno de suelo;
- 35 – minimizar el número de vías de emisión y de recepción para reducir el coste del dispositivo;
- seleccionar una arquitectura flexible susceptible de soportar modificaciones de las especificaciones.

40 Por problemas del mismo tipo, las técnicas de barrido electrónico o de conmutación de haz en la emisión asociadas a la formación de haz mediante cálculos en recepción se implementan por lo general utilizando redes de antenas, activas o no. Por desgracia, para garantizar un muestreo espacial no ambiguo en una amplia zona, las fuentes elementales que constituyen la red deben estar separadas unas de otras por una fracción de longitud de onda. Considerando una antena con una apertura de 10° en los dos planos, el número de vías necesarias es de este modo del orden de 100, lo que no es factible para una aplicación de tipo "sense and avoid", por razones de coste y de complejidad. Por otra parte, una solución de este tipo movilizaría una superficie de implantación continua del orden de 20 cm por 20 cm por panel de antena, lo que no es compatible con todos los portadores, aun más cuando se
45 necesitan dos paneles para cubrir la zona acimut completa en el ángulo $\pm 110^\circ$.

Se podrían utilizar unas redes incompletas, pero teniendo en cuenta las exigencias en el nivel de los lóbulos secundarios de antena, el número de vías seguiría siendo muy elevado, tradicionalmente del orden de 50. Por otra parte, esta solución no permite una integración más fácil en el portador, en la medida en que la superficie continua movilizada se mantiene igual para una misma apertura de antena.

50 También se podría utilizar una red de antenas con múltiples accesos en entrada/salida, de tipo MIMO, asociada a una emisión con colores. Los principios de la emisión con colores se describen en particular en el artículo de François Le Chevalier: "Space-time transmission and coding for airborne radars", publicado en *Radar Science and Technology*, volumen 6, diciembre de 2008. Sin embargo, este tipo de dispositivo presenta los siguientes inconvenientes:

- 55 – al cubrir la red de emisión simultáneamente una gran zona en elevación, es necesario alimentar cada una de las fuentes de la red de emisión con una señal codificada, debiendo ser todos los códigos ortogonales entre sí. La

electrónica necesaria y el tratamiento asociado son, por lo tanto, complejos, y aún más cuando la dimensión de la red es importante;

- la implementación de estos códigos se realiza en detrimento de la resolución en distancia, lo que resulta perjudicial en particular cuando la detección del blanco se debe realizar en contraste con respecto a los ecos parásitos del suelo.

El documento US 4 336 540 describe un sistema de radar, para la vigilancia y el seguimiento de blancos, que consta de dos redes de emisión lineales y ortogonales.

Un objetivo de la invención es, en particular, permitir la realización de un radar que tenga en cuenta todos o parte de los objetivos prioritarios citados con anterioridad. Para ello, la invención tiene por objeto un dispositivo de radar que consta de una antena que comprende al menos dos redes lineales de elementos radiantes y ortogonales entre sí, utilizándose una primera red para focalizar un haz de emisión en un primer plano y utilizándose una segunda red para focalizar un haz de recepción en un segundo plano, ortogonal al primer plano.

La focalización del haz se obtiene, por ejemplo, en el primer plano mediante emisión con colores seguida de una formación de haz mediante cálculos en recepción, y la focalización del haz se obtiene en el segundo plano mediante la formación de haz mediante cálculos en recepción.

En una forma de realización particular, la emisión con colores se realiza agrupando las subredes de antena en la emisión de tal modo que se forme un canal de suma y un canal de diferencia en recepción según la tecnología monopulso.

El primer plano es, por ejemplo, el plano de elevación y el segundo plano es el plano de acimut.

En este caso, al estar la primera red dispuesta de forma sustancialmente vertical, una primera subred está, por ejemplo, formada por la parte superior de esta red y una segunda subred está formada por su parte inferior. La emisión con colores se puede realizar por medio de un código de Barker. En este caso, un código de Barker directo se emite, por ejemplo, en la primera subred y el mismo código invertido se emite en la segunda subred. En otra forma de realización posible, la emisión con colores se realiza por medio de un código F1, F2 de frecuencia. La codificación de frecuencia consiste, por ejemplo, en emitir la señal de emisión en una frecuencia F1 dada en la primera subred y en emitir la señal de emisión en una frecuencia F2 diferente, siendo estas dos frecuencias ortogonales en la duración de un impulso de emisión.

De manera ventajosa, un dispositivo de radar según la invención consta, por ejemplo, de al menos una red adicional de elementos radiantes para focalizar un haz de emisión sustancialmente paralelo a la primera red, presentando los diferentes haces de emisión diferentes direcciones, estando dedicado cada haz específico a una parte de la zona angular que hay que cubrir.

La segunda red consta, por ejemplo, de al menos dos líneas de elementos radiantes que forman un interferómetro ambiguo en elevación, eliminándose la ambigüedad al focalizar el haz de emisión en la dirección de apuntamiento.

Se puede obtener la focalización en un plano mediante barrido electrónico en emisión y en el otro plano mediante la formación de haz mediante cálculos en recepción.

La parte de emisión y de recepción se realiza, por ejemplo, en un circuito impreso de múltiples capas, los elementos radiantes se graban en una de las caras del circuito, los componentes activos se montan en la otra cara, los elementos de interconexión y de distribución se realizan en las capas internas del circuito impreso.

Se mostrarán otras características y ventajas de la invención por medio de la descripción que viene a continuación realizada en relación a los dibujos adjuntos, que representan:

- la figura 1, el principio de realización de una antena utilizada en un radar según la invención;
- la figura 2, el principio de realización de un sistema de emisión y de recepción utilizado en un radar según la invención;
- la figura 3, un ejemplo posible de realización de un radar según la invención;
- la figura 4, una forma posible de realización de la parte de emisión del ejemplo de realización anterior;
- la figura 5, una forma posible de realización de la parte de recepción y tratamiento del ejemplo de realización anterior;
- la figura 6, otro ejemplo de realización de un radar según la invención.

La figura 1 presenta el principio de realización de una antena 1 utilizada en un radar según la invención. Esta antena consta de dos redes 11, 12 de elementos 2 radiantes, formando, cada una, una fuente elemental en la emisión y un receptor elemental en la recepción. Se realizan en una misma tecnología, son por ejemplo unos parches metálicos, también llamados "patch".

Estas dos redes 11, 12 son lineales y ortogonales entre sí. Una red 11 se utiliza para la emisión y la otra red 12 se utiliza para la recepción. De manera más particular, la primera red 11 se utiliza para focalizar el haz de antena en un

plano en la emisión, mediante la formación de haz mediante cálculos. La segunda red 12 se utiliza para focalizar el haz de antena en la recepción en el plano ortogonal al plano anterior, mediante la formación de haz mediante cálculos.

5 Teniendo en cuenta las zonas de cobertura respectivas solicitadas, +/- 110° en acimut y +/- 15° en elevación, se utiliza al menos una red vertical en emisión, se utiliza al menos una red horizontal en recepción. En su forma más simple, tal como se representa en la figura 1, la red 1 de antenas consta, por lo tanto, de una red 11 en columna para la emisión, dispuesta verticalmente, y de una red 12 en línea para la recepción, dispuesta horizontalmente. Las redes 11, 12 pueden estar alejadas una de la otra y colocadas de cualquier forma siempre y cuando las direcciones de apuntamiento de los elementos 2 radiantes estén próximas y sus diagramas de radiación sean adyacentes.

10 De manera ventajosa, la segunda red 12 consta al menos de dos líneas de elementos 2 radiantes formando un interferómetro ambiguo en elevación, eliminándose la ambigüedad al focalizar el haz de emisión en la dirección de apuntamiento deseada.

Las redes 11, 12 de antenas pueden estar de manera ventajosa en un circuito impreso, permitiendo de este modo una realización de bajo coste.

15 La figura 2 presenta mediante un esquema sinóptico el principio de realización de un sistema de emisión y de recepción de un radar según la invención, utilizando una red de antenas del tipo de la presentada en la figura 1. En el ejemplo de la figura 2, el radar consta:

- de una antena compuesta al menos por una red 11 lineal vertical en emisión y al menos por una red 12 lineal horizontal en recepción, ortogonal a la red 11 de emisión, permitiendo la antena de emisión focalizar el haz en el plano de elevación mientras que la antena de recepción focaliza el haz en el plano de acimut;
- de un dispositivo 21 de codificación de las frecuencias que permite realizar una emisión con colores en el plano de elevación para formar un haz suma y un haz diferencia, según la técnica conocida del monopolso de fase, y de la formación de haz mediante cálculos (FHC) en recepción, optimizándose en particular los diagramas de antenas resultantes de emisión y de recepción para cubrir la zona de vigilancia y minimizar los ecos parásitos del suelo que intercepta la antena.

El radar consta, por lo tanto, de un generador 22 de forma de onda que alimenta al dispositivo 21 de codificación. A partir de la onda suministrada por el generador 22, el dispositivo de codificación suministra a cada fuente 2 elemental una señal codificada en frecuencia para formar una emisión con colores según una técnica ya conocida. Una emisión denominada con colores asigna a cada dirección del sector de vigilancia una ley de iluminación que es específica lo que permite caracterizar cada eco según su procedencia.

Antes de transmitirse a las fuentes 2 elementales, las señales procedentes del dispositivo 21 de codificación se amplifican mediante unos amplificadores 23 de potencia.

En la recepción, las señales recibidas por los elementos 2 de antena de la red 12 de recepción se amplifican, por ejemplo, mediante un amplificador 24 de bajo ruido. El sistema de recepción consta de tantas vías como elementos 2 existentes. De este modo, las señales recibidas en cada vía se trasponen en una frecuencia intermedia por medio de un mezclador 25. De este modo, una señal recibida en una vía se mezcla por ejemplo con la frecuencia suministrada por el generador 22 de forma de onda. Una señal elemental de recepción traspuesta se amplifica a continuación mediante un amplificador 26 de bajo ruido y a continuación se filtra mediante un filtro 27 antes de digitalizarse mediante un convertidor 28 analógico-digital. En la salida de uno o varios convertidores 28, se obtienen N señales de recepción elemental digitalizadas $r_1(t), \dots, r_i(t), \dots, r_N(t)$, siendo N el número de elementos 2 de antenas. Se forma entonces un haz de recepción mediante cálculos a partir de estos valores $r_1(t), \dots, r_i(t), \dots, r_N(t)$.

La figura 3 ilustra un primer ejemplo de realización de un sistema de emisión en un radar según la invención basado en el principio de realización tal como se ilustra en la figura 2. En este ejemplo, se divide la zona que hay que cubrir en el plano de elevación en varias subzonas en las que se forma, por ejemplo, mediante emisión con colores, un haz suma y un haz diferencia. A título de ejemplo, para una zona elevación que hay que cubrir de 30°, se definen tres subzonas de 10°, estando los ejes de apuntamiento de estas subzonas respectivamente situados a -10°, 0° y +10°, por ejemplo.

El ejemplo de realización de la figura 3 cubre por lo tanto una zona de elevación de 30° que agrupa tres subzonas 31, 32, 33 de 10° cada una. Cada subzona está cubierta por una antena 111, 112, 113 en columna del tipo de la red 11 de antenas ilustrada en la figura 1. Cada una de las tres antenas presenta una apertura angular de 10° y están desviadas entre sí en 10°, de este modo una primera antena 111 cubre un sector angular en elevación comprendido entre +5° y +15°, una segunda antena 112 cubre un sector comprendido entre -5° y +5°, y una tercera antena 113 cubre un sector comprendido entre -15° y -5°. Dicho de otro modo, cada antena 111, 112, 113 presenta un haz de emisión que cubre uno de dichos sectores, estando los ejes de los haces desplazados angularmente.

Las subzonas se pueden cubrir de forma secuencial, o de forma simultánea, asignando por ejemplo a cada sector 31, 32, 33 angular un plano de frecuencia diferente.

La coloración del espacio se realiza, por ejemplo, de forma muy simple emitiendo en la mitad 34 superior de cada antena una señal sinusoidal de frecuencia F1 y emitiendo en la mitad 35 inferior de cada antena una señal sinusoidal de frecuencia F2, formando la parte superior una subred y formando la parte inferior otra subred, siendo las dos frecuencias F1 y F2 ortogonales en la duración de un impulso de emisión. En la recepción, basta con correlacionar la señal de eco que comprende las dos componentes con dos sinusoides de frecuencias F1 y F2, correspondiendo una componente a la señal emitida por la parte superior de una antena y correspondiendo una componente a la señal emitida por la parte inferior de una antena. A continuación se pueden formar los canales monopulso de suma Σ y de diferencia Δ en el plano de elevación en cada una de las fuentes 2 de la red de recepción. El canal de suma Σ corresponde a la suma de las señales de frecuencias F1 y F2, esta se escribe simbólicamente $\Sigma = F1 + F2$. El canal de diferencia realiza la diferencia entre las señales de frecuencia F1 y las señales de frecuencia F2, se escribe de forma simbólica $\Delta = F1 - F2$.

En el caso de una emisión pulsada que utiliza unos pulsos de duración T, se cumplen las condiciones de ortogonalidad entre las dos sinusoides de frecuencia F1 y F2 si $F1 - F2 = k / T$, k es un entero relativo no nulo.

La figura 4 ilustra una forma posible de realización del sistema presentado en la figura 3. Esta forma de realización retoma la arquitectura del sistema presentado en la figura 2. Cada fuente de las antenas 111, 112, 113 de red se alimenta mediante un amplificador 23 de potencia. En esta forma de realización el dispositivo de codificación se simplifica y se sustituye por la generación de dos frecuencias F1, F2 asignadas respectivamente a las partes superiores e inferiores de las antenas. El generador 22 de forma de onda de la figura 2 se sustituye por tanto por dos generadores 221, 222 de formas de onda que emiten respectivamente la frecuencia F1 y la frecuencia F2. El primer generador 221 alimenta a los amplificadores 23 de las partes superiores de las antenas 111, 112, 113 y el segundo generador 222 alimenta a los amplificadores 23 de las partes inferiores de las antenas. En este ejemplo de implementación, la siguiente magnitud k es igual a 2, es decir que $F1 - F2 = 2 / T$.

Un conmutador 41, 42, 43, 44, 45, 46 está, por ejemplo, situado entre un generador y los amplificadores que este alimenta, permitiendo realizar unas emisiones secuenciales o simultáneas en las diferentes subzonas 31, 32, 33 cubiertas por las antenas.

La figura 5 ilustra la parte de recepción y, de manera más particular, el tratamiento del sistema presentado en las figuras 3 y 4, representándose solo una red 111 de antenas de emisión y sus circuitos de alimentación. Los circuitos 24, 25, 26, 27, 28 de recepción así como la red 12 de antenas de recepción son los del sistema de emisión y de recepción presentado en la figura 2. Las señales $r_1(t), \dots, r_i(t), \dots, r_N(t)$ digitales emitidas por el convertidor 28 analógico-digital se tratan mediante unos medios 50 de tratamiento. Cada señal $r_i(t)$ digital consta de una serie de muestras que representan la señal de eco recibida en la fuente 2 correspondiente, de orden i. Esta señal de eco consta a su vez de una componente en la frecuencia F1 y de una componente en la frecuencia F2.

Los medios 50 de tratamiento realizan, de forma conocida, una correlación de las señales digitales con dos sinusoides digitalizadas, de frecuencias F1 y F2. A continuación se realiza una compresión Doppler por transformada de Fourier rápida (TFR) para las señales en la frecuencia F1 y para las señales en la frecuencia F2 resultantes de la etapa de correlación. Se realiza una formación de haz mediante cálculos (FHC) en las señales en F1 y en las señales en F2 para obtener unos haces de recepción en el plano de acimut. Las señales en F1 y en F2 se utilizan, por otra parte, para formar los canales de suma y de diferencia. Las TFR, FHC así como las sumas y diferencias se realizan para cada señal $r_i(t)$.

En una variante de realización, la división de la zona de emisión en varios haces se puede realizar por medio de una única red de desplazadores de fase, apuntándose el haz de forma electrónica y secuencial en las direcciones correspondientes a los diferentes sectores 31, 32, 33 angulares que hay que cubrir. Los desplazadores de fase aplican un valor fijo de desplazamiento de fase, obteniéndose los diferentes apuntamientos mediante la conmutación de líneas de microondas por medio de diodos PIN por ejemplo. El tratamiento en la recepción se mantiene sin cambios y se mantiene conforme al esquema de la figura 5. En particular, la formación de los canales de suma y delta se mantiene por tanto sin cambios.

En esta variante de realización, se utiliza una única red de antenas en lugar de tres. La red de emisión se realiza, por ejemplo en tecnología de múltiples capas con microondas, utilizándose una cara del circuito impreso para los elementos 2 radiantes y utilizándose la cara opuesta para montar los elementos activos de microondas, en particular los amplificadores de potencia y los diodos PIN, utilizándose las capas internas del circuito impreso para las diferentes líneas de distribución y de desplazamiento de fase. La red de recepción utiliza, por ejemplo, el mismo tipo de tecnología. Esta tecnología se aplica, por otra parte, a otras formas de realización, en particular a la forma de realización descrita en la figura 4.

La figura 6 ilustra otra forma posible de funcionamiento de un radar según la invención con la utilización de tres antenas 111, 112, 113, del tipo de la figura 3 cubriendo cada una un subsector 31, 32, 33 angular, cubriendo el conjunto por ejemplo un sector de 30° aproximadamente. En esta solución, la forma de coloración de la emisión es diferente. La emisión con colores ya no se obtiene mediante un código de frecuencia sino que se realiza por medio de un código Barker. De manera más precisa, se aplica un código 61 Barker directo en las señales emitidas por cada media antena 34 superior y mediante el mismo código inverso, o devuelto, se aplica en las señales emitidas

por cada media antena 35 inferior, y para cada una de las tres antenas 111, 112, 113 utilizadas.

El tratamiento en recepción se mantiene sin cambios, adaptándose simplemente la correlación en recepción al código de Barker. La coloración mediante código de Barker también se puede utilizar en una variante de realización que utiliza una red de desplazadores de fase para generar los diferentes subhaces de emisión.

5 Un radar según la invención presenta, en particular, las siguientes ventajas:

- minimización del número de vías de emisión y de recepción, tradicionalmente, para formar unos haces con una apertura del orden de entre 8 y 10° en los dos planos, el número de vías es del orden de entre 8 y 12 para la red de emisión y para la red de recepción;
- 10 - agrupamiento posible de las vías de emisión en dos subredes, simplificación de los circuitos electrónicos y de los tratamientos asociados, y limitación del número de componentes;
- facilidad de integración en el portador, al ser las antenas de emisión y de recepción de formas lineales, la superficie del panel radiante se minimiza, por otra parte, las dos redes de antenas pueden estar físicamente separadas y cada una de estas antenas puede tener una longitud del orden de entre 20 y 25 cm para un radar que funciona en banda X;
- 15 - rendimientos incrementados para la detección de los blancos a baja velocidad, en contraste con los ecos parásitos del suelo, al optimizarse el diagrama de antena resultante emisión/recepción, y por medio de la formación de haz mediante cálculos en recepción, el apuntamiento del haz es preciso, pudiendo controlarse el nivel de los lóbulos secundarios mediante ponderación en recepción, no alterándose el diagrama por los efectos de cuantificación de fase, y siendo accesibles los tratamientos monopulso;
- 20 - compatibilidad con una alta resolución en distancia, en el caso de una coloración en frecuencia;
- compatibilidad con una alta resolución en Doppler, realizándose la emisión en un amplio campo y permitiendo una vigilancia simultánea sobre toda la zona, lo que maximiza el tiempo de observación sobre los blancos, para un tiempo dado de ciclo de observación;
- 25 - implementación simplificada, pudiendo implementarse la emisión con colores sin desplazadores de fase de microondas de paso variable, al contrario que en las soluciones convencionales;
- ausencia de efecto de cuantificación de la fase, puesto que la formación de haz se realiza en los dos planos en recepción y en digital;
- compatibilidad con una forma de onda continua;
- 30 - compatibilidad con la utilización de amplificadores de microondas de la clase 2 vatios, disponibles en estantes, a bajo coste a partir de una emisión en 12 fuentes, la potencia emitida puede alcanzar en este caso 24 vatios medios, lo que es suficiente para el resultado de alcance solicitado por la función *sense and avoid*, que es tradicionalmente de 6 Nm en SER 1 m².

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de radar que consiste en una antena que comprende al menos dos redes lineales de elementos (2) radiantes y ortogonales entre sí, utilizándose una primera red (11) para focalizar un haz de emisión en un primer plano y utilizándose una segunda red (12) para focalizar un haz de recepción en un segundo plano, ortogonal al primer plano, **caracterizado porque** dicho dispositivo de radar comprende, además:
- un dispositivo (21, 41, 42) de codificación configurado para, estando formada la primera red (11) por dos subredes (34, 35), asignar un código de emisión específico para cada subred para realizar una emisión con colores, obteniéndose la focalización del haz en el primer plano mediante dicha emisión con colores;
 - 10 - unos medios configurados para realizar la focalización del haz en el segundo plano mediante la formación de haz mediante cálculos en recepción;
 - unos medios configurados para formar un canal de suma y un canal de diferencia en recepción según la técnica monopulso, correspondiendo el canal de suma a la suma de las señales emitidas por las dos subredes (34, 35) y correspondiendo el canal de diferencia a la diferencia de las señales emitidas por las dos subredes.
- 15 2. Dispositivo de radar según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer plano es el plano de elevación y el segundo plano es el plano de acimut.
3. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque**, al estar la primera red (11) dispuesta de forma sustancialmente vertical, una primera subred (34) está formada por la parte superior de esta red (11) y una segunda subred (35) está formada por su parte inferior.
- 20 4. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la emisión con colores se realiza por medio de un código (61, 62) de Barker.
5. Dispositivo de radar según la reivindicación 4, **caracterizado porque** un código (61) de Barker directo se emite en la primera subred (34) y el mismo código (62) invertido se emite en la segunda subred (35).
- 25 6. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la emisión con colores se realiza por medio de un código de frecuencia (F1, F2).
7. Dispositivo de radar según la reivindicación 6, **caracterizado porque** la codificación en frecuencia consiste en emitir la señal de emisión en una frecuencia (F1) dada en la primera subred y en emitir la señal de emisión en una frecuencia (F2) diferente, siendo estas dos frecuencias ortogonales en la duración de un impulso de emisión.
- 30 8. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende al menos una red (112, 113) adicional de elementos radiantes para focalizar un haz de emisión sustancialmente paralelo a la primera red (11, 111), presentando los diferentes haces de emisión diferentes direcciones, estando dedicado cada haz específico a una parte de la zona angular que hay que cubrir.
9. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la segunda red (12) comprende al menos dos líneas de elementos (2) radiantes que forman un interferómetro ambiguo en elevación, eliminándose la ambigüedad al focalizar el haz de emisión en la dirección de apuntamiento.
- 35 10. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se obtiene la focalización en un plano mediante barrido electrónico en emisión y en el otro plano mediante la formación de haz mediante cálculos en recepción.
- 40 11. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la parte (11, 111, 112, 113, 21, 22, 23) de emisión y la parte (12, 24, 25, 26, 27, 28) de recepción se realiza en un circuito impreso de múltiples capas, estando los elementos (2) radiantes grabados en una de las caras del circuito, estando los componentes (23, 24, 25, 26, 27) activos montados en la otra cara, estando los elementos (41, 42, 43, 44, 45, 46) de interconexión y de distribución realizados en las capas internas del circuito impreso.
- 45 12. Dispositivo de radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** equipa una aeronave para una función de detectar y evitar obstáculos.

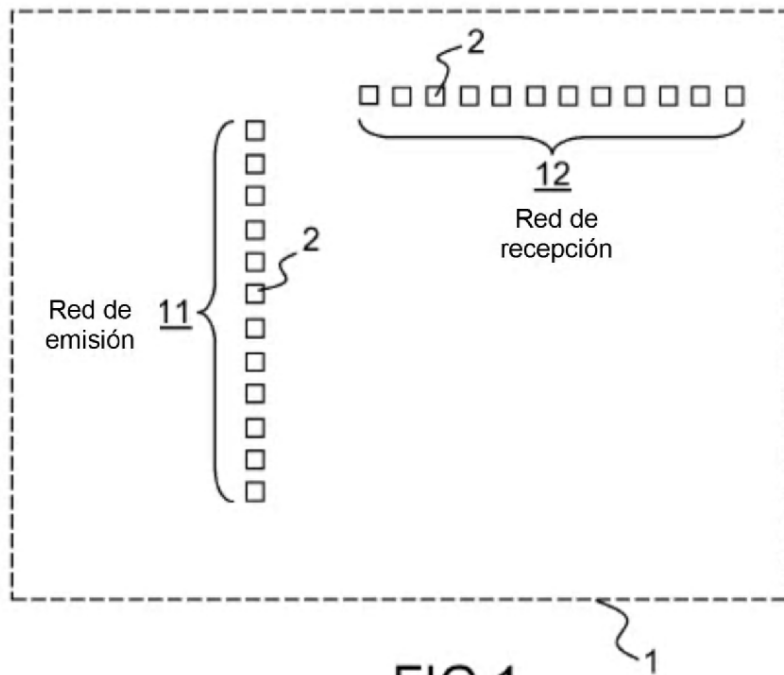


FIG. 1

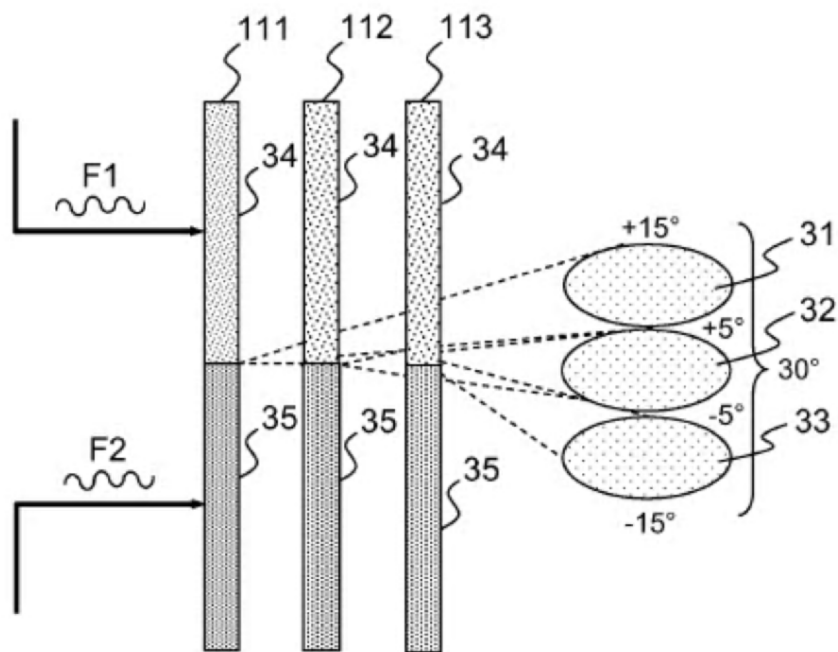


FIG. 3

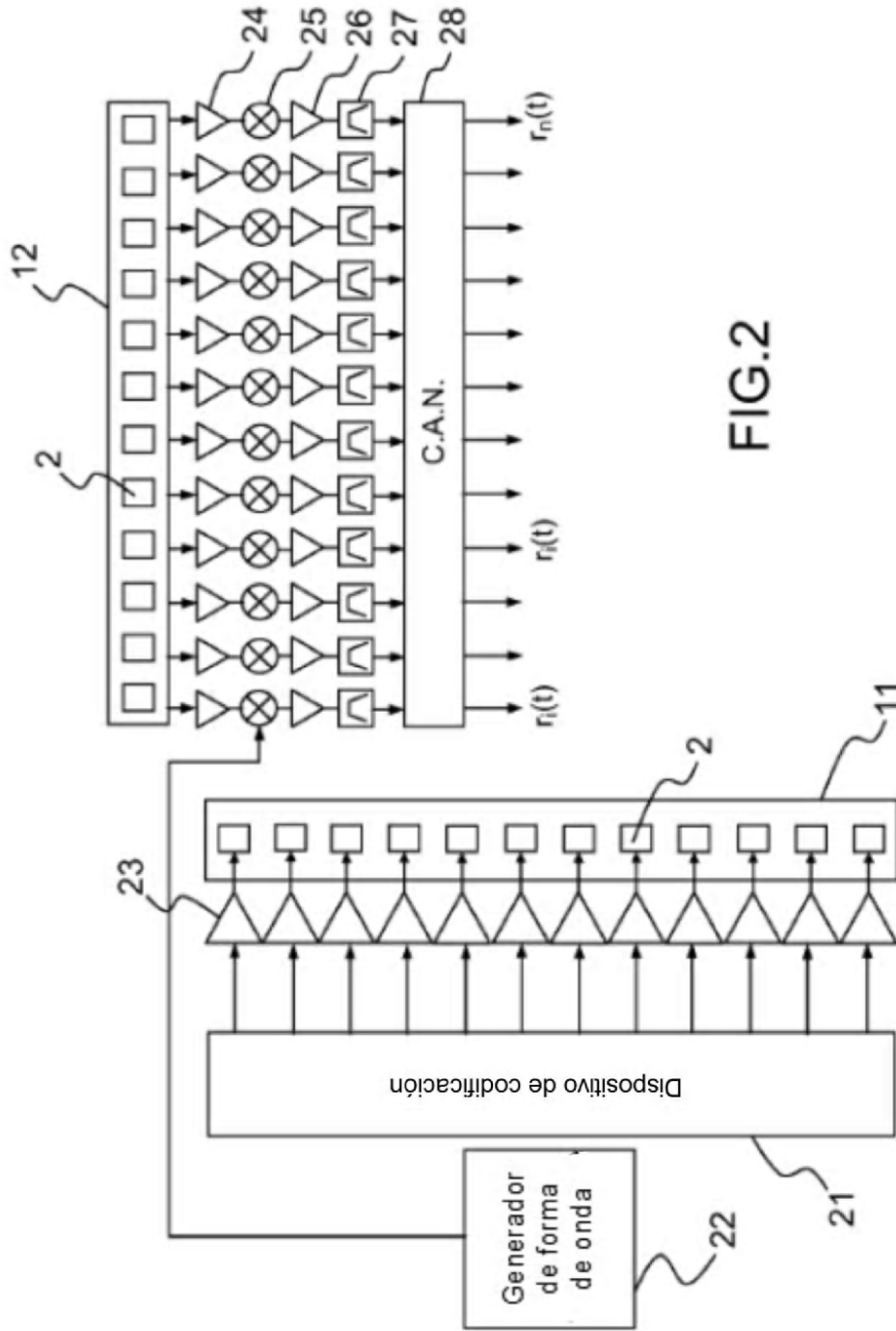


FIG.2

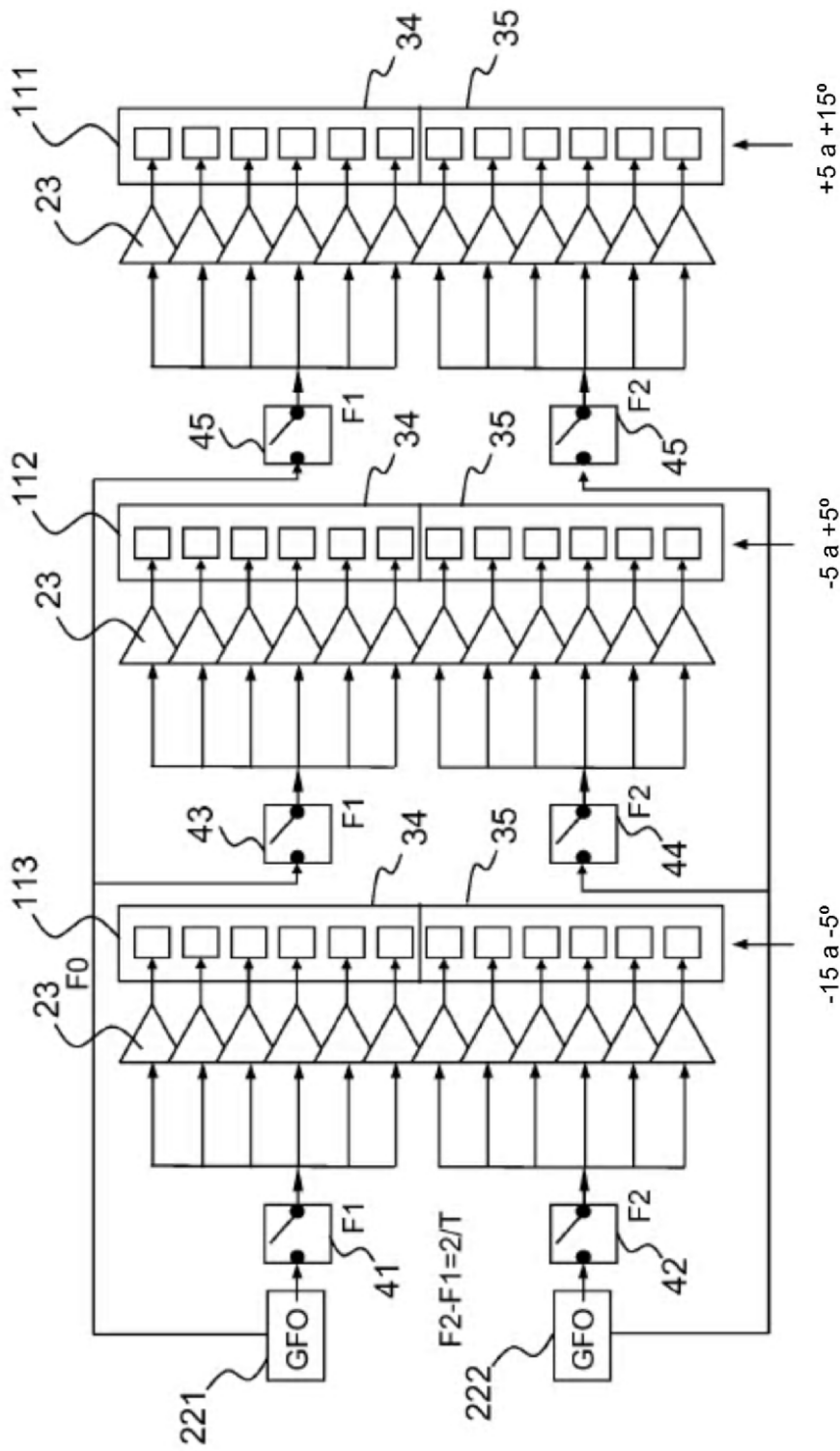


FIG.4

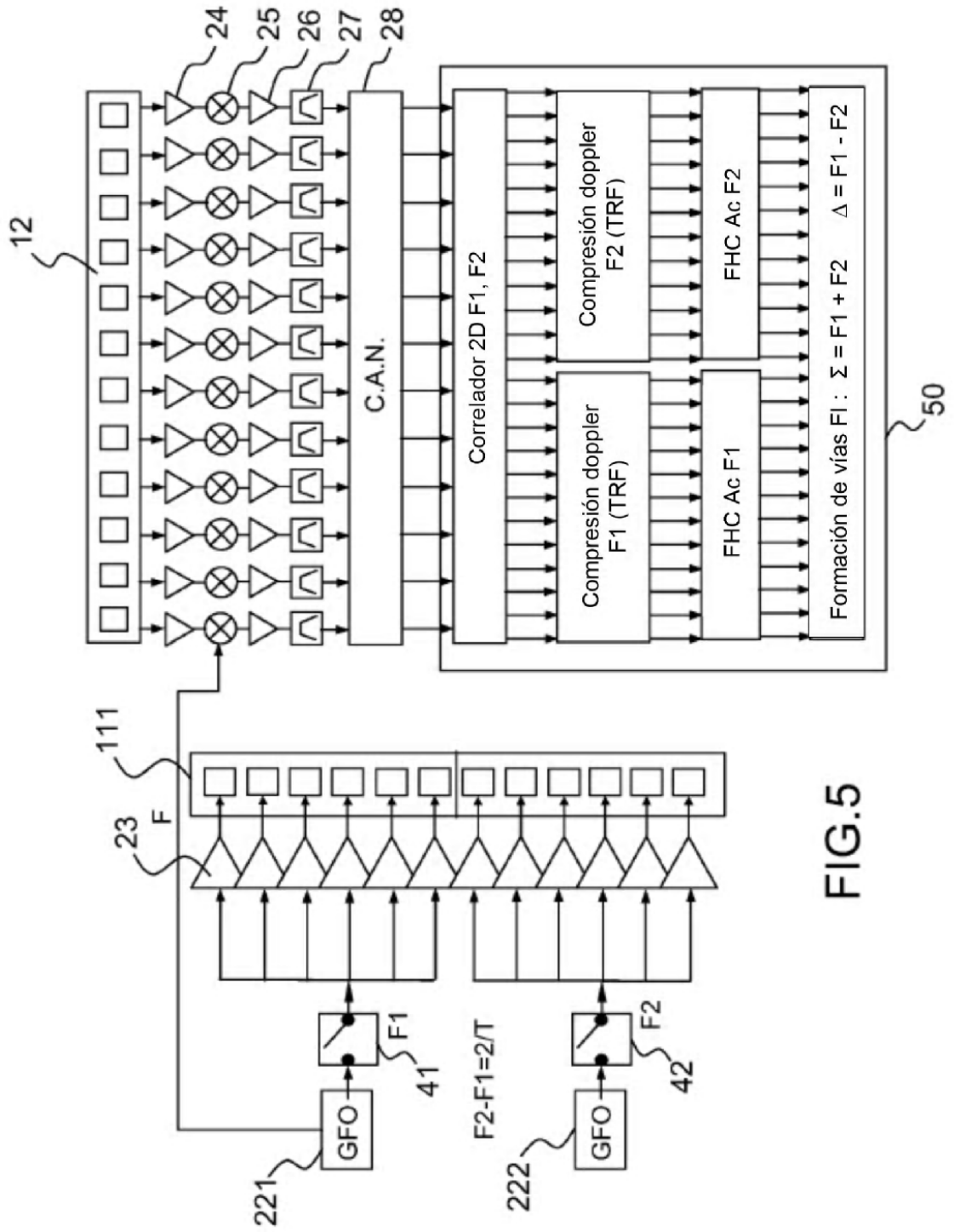


FIG.5

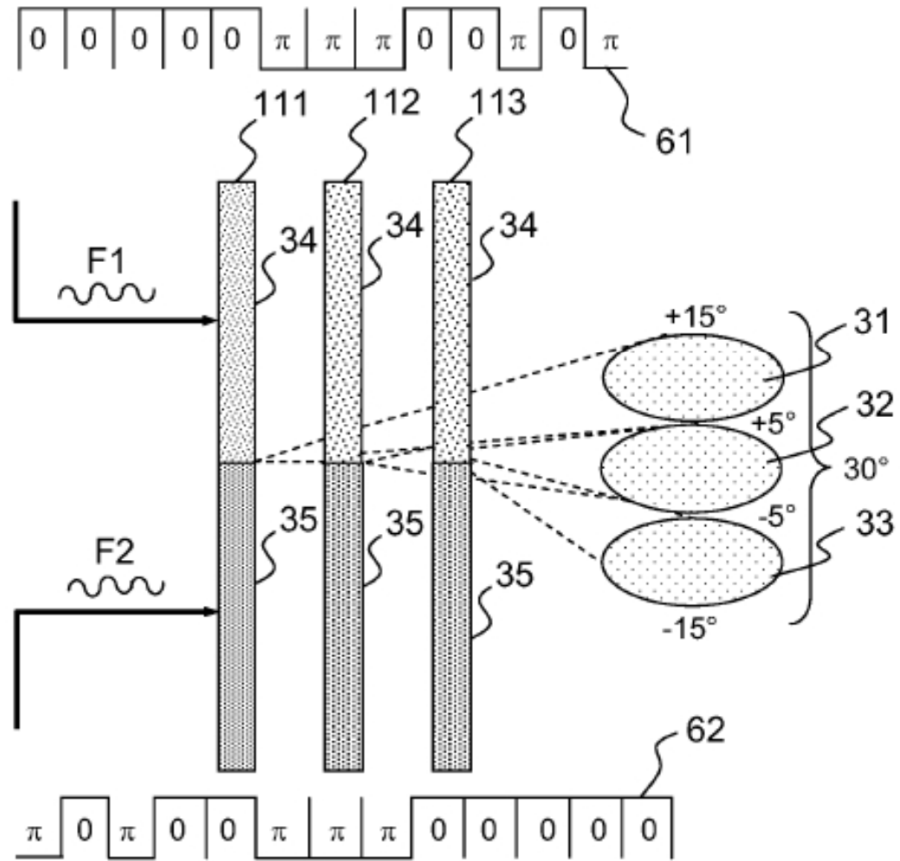


FIG.6