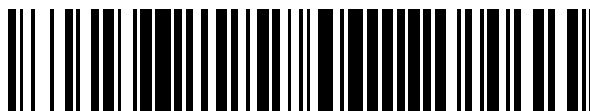


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 807**

51 Int. Cl.:

G01S 13/78 (2006.01)

G01S 13/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.12.2009** **PCT/EP2009/066987**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.07.2010** **WO10076161**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2009** **E 09796672 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019** **EP 2370832**

54 Título: **Procedimiento y sistema de localización de un objetivo en un sistema de interrogación respuesta (IFF)**

30 Prioridad:

30.12.2008 FR 0807492

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

18.10.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

DESCHARLES, CYRIL y
TRICONNET, THIERRY

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 727 807 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

Procedimiento y sistema de localización de un objetivo en un sistema de interrogación respuesta (IFF)

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de localización de un portador de un objetivo en el espacio. Se aplica, por ejemplo, en el campo de la aeronáutica, para un sistema de interrogación-respuesta de tipo IFF (abreviatura anglosajona de "Identificación amigo o enemigo") embarcado, también llamado radar secundario. Se refiere, igualmente, a unos sistemas IFF de alineación electrónica que usan dos redes de antenas no colocadas. Además, la presente invención se refiere, igualmente, al campo de la medición de la desviación de amplitud y de fase, es decir, el conjunto de los métodos que permiten determinar el error entre un punto al que se apunta y el punto efectivamente alcanzado.

La localización y la identificación de una aeronave remota necesitan dos radares distintos. Un primer radar, o radar primario, permite localizar el objetivo y un radar secundario, o IFF, permite identificarlo. La correlación de estas dos informaciones (localización e identificación) es inmediata cuando la antena primaria y la antena secundaria están acopladas. Un funcionamiento de este tipo se usa comúnmente para las estaciones terrestres y cuando los radares son de barrido mecánico.

La evolución tecnológica en el campo de las antenas ha permitido, en concreto, desarrollar unas antenas de barrido electrónico. La antena es, en este caso, fija y la dirección de alineación del haz se obtiene por medio de desfases electrónicos que tienen como función desviar los haces. El radar primario y el radar secundario pueden ser independientes uno del otro y la correlación de las dos fuentes de información se vuelve más delicada.

La transmisión por el sistema IFF de las informaciones de localización y de identificación al calculador principal del portador, permite asociarlas a las informaciones de localización obtenidas por el radar primario.

El objeto de la invención se refiere a un procedimiento y a un sistema de localización en el espacio de un objetivo en el transcurso, por ejemplo, de un proceso de interrogación IFF y usando una o varias redes de antenas de barrido electrónico.

La localización de un objetivo en el espacio necesita el uso de una o varias redes de antenas de barrido electrónico compuestas por una o varias antenas elementales. Cada una de estas redes de antenas lineales produce uno o varios lóbulos verticales que permiten localizar un objetivo en el plano transversal a la dirección de alineación de las antenas según una dirección asociada al eje de la red de antenas. Por red de antenas lineal se entiende una red para la que las antenas elementales se posicionan según una dirección horizontal que define el eje de la red de antenas. La localización en azimut se obtiene por una medición de la desviación, técnica conocida por el Experto en la materia. Sin embargo, este método genera una incertidumbre sobre el posicionamiento del objetivo, como se ilustra en la figura 1. Las curvas de isomedición de la desviación obtenidas no son verticales en el plano (sitio de azimut) y la determinación precisa del azimut del objetivo a partir de la información de medición de la desviación necesita, entonces, conocer el sitio del objetivo.

A título de ejemplo, la figura 1 ilustra el error en azimut que puede resultar del uso de una red lineal y de la alineación electrónica en el caso en que no se conoce la información de sitio. Para una desalineación en azimut nula, es decir, una interrogación del radar secundario en el eje o una desalineación escasa (ángulo de alineación igual a 10°), las curvas de isomedición de la desviación son sustancialmente verticales en el plano (sitio de azimut) o, en cualquier caso, para un campo de variación del sitio limitado (por ejemplo, más o menos 40°). Para una desalineación más elevada (curvas de Alineación= 30° y Alineación= 50°), la curva de isomedición de la desviación se deforma. Como consecuencia, a título de ejemplo, para una alineación de 30° , el objetivo de sitio $38,9^\circ$ y de azimut 40° presenta el mismo valor de medición de la desviación que el objetivo de sitio 0° y de azimut 30° . Si no se conoce el sitio, esto tiene como resultado un error de azimut de 10° para el objetivo de sitio 40° . El conocimiento del sitio permite, por lo tanto, determinar el azimut de manera más precisa.

La patente francesa FR2838196 del solicitante describe un procedimiento y un sistema de localización de un objetivo en un sistema IFF que permite determinar el sitio, de dicho objetivo, en concreto, usando el Modo C del estándar IFF. El método descrito presenta el inconveniente de estar vinculado a ciertos modos de uso del estándar IFF. Supone la interpretación de informaciones transmitidas mediante una respuesta del objetivo al portador como continuación a una interrogación IFF de dicho portador. Estas informaciones permiten calcular el sitio del objetivo.

Por otra parte, se conoce la patente americana US 5955990, que describe un procedimiento de localización en sitio y en azimut basado en unas mediciones de diferencias de fase entre elementos de antenas de diferentes redes.

La invención propone mitigar esta limitación introduciendo un método que permite determinar el sitio del objetivo, independientemente del modo de interrogación IFF usado y sin descodificar ninguna información transmitida en la respuesta del objetivo al portador. La solución propuesta no se basa más que en el procesamiento de las señales recibidas sin explotar la información vehiculizada por dichas señales.

Para ello, la invención tiene como objeto un procedimiento de localización según la reivindicación 1.

En una variante de realización, el procedimiento según la invención, incluye, además, la siguiente etapa:

Etapa 6: Determinar de manera precisa una medición del sitio $S_{estimado}^{objetivo}$ del objetivo a partir de los ángulos de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^k(A, S)$, $\Psi_{Rx}^C(A, S)$), donde k será reemplazado por B o H, mediante la siguiente ecuación:

$$S_{estimado}^{objetivo} = \frac{[a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C \cdot b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S)) + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^C(\Psi_{Rx}^C(A, S))]}{[1 - a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C \cdot a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k]}$$

donde $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k$ y $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C$ son unos parámetros que dependen de la dirección de alineación de las antenas que se calculan a partir de los diagramas de dichas antenas elementales respectivamente usadas para formar la red de antenas RED_H (o RED_B) y la red de antenas RED_C,

donde $b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S))$, se obtienen por una modelización polinomial de la evolución del ángulo de medición de la desviación en función del azimut para un valor de sitio fijado o en función del sitio para un valor de azimut fijado, con k = H, B o C

En una variante de realización, el procedimiento según la invención incluye, además, la siguiente etapa:

Etapa 7: Determinar de manera precisa una medición del azimut $A_{estimado}^{objetivo}$ del objetivo a partir de los ángulos de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^k(A, S)$, $\Psi_{Rx}^C(A, S)$) y de una medición del sitio $S_{estimado}^{objetivo}$ del objetivo, donde k será reemplazado por B o H, mediante la siguiente ecuación:

$$A_{estimado}^{objetivo} = a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k S_{estimado}^{objetivo} + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S))$$

donde $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k$ son unos parámetros que dependen de la dirección de alineación de las antenas y se calculan a partir de los diagramas de dichas antenas elementales usadas para formar las redes de antenas RED_H o RED_B donde $b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S))$ son unos parámetros obtenidos por una modelización polinomial de la evolución del ángulo de medición de la desviación en función del azimut para un valor de sitio fijado o en función del sitio para un valor de azimut fijado, con k = B o H.

En una variante de realización, las redes de antenas RED_H y RED_B están situadas sobre la punta delantera de dicho portador y la red de antenas RED_C está situada en la vertical de la red de antenas RED_B.

En una variante de realización, el modo de interrogación del portador hacia el objetivo es un modo IFF.

La invención tiene como objeto, igualmente, un sistema de localización de un objetivo por un portador equipado con un radar primario y con un radar secundario caracterizado porque incluye un sistema de interrogación respuesta que comprende al menos una primera red de antenas, una segunda red de antenas, una matriz de conmutación, un combinador de haz, un receptor y un calculador adaptado para implementar las características del procedimiento de localización en sitio y en azimut descrito anteriormente.

Otras características y ventajas de la presente invención se mostrarán mejor con la lectura de la descripción que sigue en relación con los dibujos adjuntos que representan:

- La figura 1, una ilustración del error de azimut en el caso en que no se conoce la información de sitio,
- La figura 2, una ilustración del posicionamiento de las redes de antenas sobre la punta delantera de un avión,
- La figura 3, un esquema del principio de localización por recubrimiento de los campos interrogados (vías Tx, Rx, R'x y discriminación de amplitud)
- La figura 4, un cuadro sinóptico general de un sistema de interrogación respuesta que permite aplicar el procedimiento según la invención,
- La figura 5, una ilustración de varios ejemplos de configuración de antenas mínima.

Con el fin de hacer comprender mejor el objeto de la presente invención, la descripción que sigue dada a título ilustrativo y de ninguna manera limitativo está relacionada con un sistema que incluye un objetivo a localizar y un portador (avión, por ejemplo) equipado con dos redes de antenas de barrido electrónico que incluyen cada una al menos una antena. Las dos redes están situadas, preferentemente, pero de forma no limitativa, sobre la punta delantera del portador. En la figura 2 se ilustra un ejemplo de posicionamiento de las redes de antenas en el caso en que cada una incluyen cuatro antenas. En la continuación del texto, la descripción se basará en este ejemplo, entendiéndose que pueden contemplarse otras configuraciones de posicionamiento de las antenas.

La punta delantera del portador incluye una red de antenas alta llamada RED_H que incluye cuatro antenas elementales, Ae1, Ae2, Ae3 y Ae4 y una red de antenas baja llamada RED_B que incluye, igualmente, cuatro antenas elementales, Ae5, Ae6, Ae7 y Ae8. Se crea una tercera red de antenas o red conjunta RED_C, reagrupando dos antenas elementales de cada una de las redes RED_H y RED_B, preferentemente las dos antenas elementales más cercanas entre sí en cada una de las dos redes, a saber, Ae2, Ae3, Ae6 y Ae7 en el ejemplo ilustrado. De este modo, las redes RED_H y RED_B presentan unas direcciones de alineación similares, mientras que la RED_C presenta una dirección de alineación diferente de las otras dos.

Conociendo el Experto en la materia las antenas de barrido electrónico y no siendo objeto de la invención, su arquitectura no será detallada.

El procedimiento según la invención se basa en el uso conjunto de las tres redes de antenas introducido anteriormente (RED_H, RED_B y RED_C). Durante la recepción de una respuesta emitida por el objetivo a localizar, por ejemplo, una respuesta a una interrogación IFF, las señales recibidas sobre las cuatro antenas elementales de una red, anotadas respectivamente V_{Ae1} , V_{Ae2} , V_{Ae3} y V_{Ae4} se combinan para formar una señal de suma $S_{Ae} = (V_{Ae1} + V_{Ae2} + V_{Ae3} + V_{Ae4})$ y una señal de diferencia $D_{Ae} = (V_{Ae1} + V_{Ae2} - (V_{Ae3} + V_{Ae4}))$. Esta combinación se realiza, por ejemplo, desfasando en un valor específico cada una de las vías, con el fin de orientar el haz en la dirección de alineación deseada. Se puede realizar, igualmente, modificando, además, el componente de amplitud de las ondas recibidas sobre cada una de las vías. Las señales de suma S_{Ae} y de diferencia D_{Ae} se recombinan, a continuación, según un procedimiento conocido por el Experto en la materia y por medio de, por ejemplo, un procesador de medición de la desviación de medio ángulo, con el fin de elaborar una información de ángulo de medición de la desviación Ψ . Este ángulo se usa con el fin de localizar la respuesta que proviene del objetivo con respecto a la dirección de alineación del haz.

La figura 3 presenta el principio de localización de un objetivo por recubrimiento de los campos interrogados. Los diagramas esquematizados representan el plano transversal del portador, el eje horizontal corresponde al azimut del objetivo y el eje vertical a su sitio, se obtienen las diferentes zonas de aceptación (ZAR) representadas en las figuras 3a a 3d, al menos a partir de una información de ángulo de medición de la desviación. Una ZAR es una zona del plano (azimut, objetivo) en la que se busca localizar uno o varios objetivos. Las Zonas de Aceptación de las Respuesta se definen respecto a los criterios RSLs asociados a cada acoplamiento de antena. RSLs es un acrónimo de la literatura anglosajona conocido por el Experto en la materia y correspondiente a *Reception Side Lobe Suppression* (Supresión del Lóbulo Lateral de la Recepción en español), que puede traducirse del francés como supresión de los lóbulos secundarios en la recepción. El procesamiento RSLs consiste en comparar la amplitud de las señales de las vías de suma S_{Ae} y de diferencia D_{Ae} . Una señal de la vía de suma no se tiene en cuenta más que si el valor de su amplitud es al menos igual a la suma del valor de la amplitud de la señal sobre la vía de diferencia y de un valor predeterminado. Una de las finalidades de la invención es determinar la posición del objetivo, 10, o al menos un ventanaje que permita localizarlo con una incertidumbre mínima. En la figura 3a se representa la zona, 11, (en el plano (azimut, sitio)) interrogada por el portador, mediante, por ejemplo, una interrogación de tipo IFF. Esta zona define la ventana en la que el portador busca localizar un objetivo. Dicho objetivo responde al portador, por ejemplo, usando una respuesta que respeta el estándar IFF (en respuesta a la interrogación anterior). La figura 3b ilustra, entonces, la zona de aceptación ZAR_1 , 12, (vía Rx) de la respuesta para un diagrama formado por la red de antenas RED_H o RED_B. La nueva red de antenas RED_C permite, según la invención y tal como se describe en la figura 3c, formar una vía Rx correspondiente a la zona de aceptación ZAR_2 , 13, de las respuestas del nuevo diagrama formado combinando dos antenas elementales de cada una de las redes RED_H y RED_B. En el ejemplo descrito en el presente documento, la zona de aceptación ZAR_2 define varias ventanas, 13, en el plano (azimut, sitio) que corresponden a unos lóbulos secundarios. Estas ambigüedades se deben, en el ejemplo ilustrado en la figura 2, al paso de la red de antenas RED_C que también es igual a la distancia entre las redes RED_H y RED_B que no está adaptada respecto a la longitud de onda de la señal recibida, estando esta distancia impuesta con frecuencia por la geometría del portador. Con el fin de resolver estas ambigüedades, la solución propuesta consiste en comparar los niveles de las señales recibidas, respectivamente, sobre la red de antenas RED_H y la red de antenas RED_B, lo que permite restringir el intervalo de valores potenciales del sitio del objetivo y, por lo tanto, eliminar los lóbulos secundarios, con el fin de definir de manera más precisa la ventana de localización del objetivo, tal como se ilustra en la figura 3c. Esta última etapa se hace por un método de medición de la desviación de amplitud conocido por el Experto en la materia. La intersección de los diferentes campos determinados durante las etapas anteriores conduce a una zona de aceptación de las respuestas ZAR_3 , 14, que permite localizar el objetivo, 10.

Con el fin de implementar el procedimiento según la invención tal como se ha descrito anteriormente, es necesario adquirir simultánea, alternativa o secuencialmente las informaciones de ángulo de medición de la desviación y de amplitud correspondientes a las tres redes de antenas RED_H, RED_B y RED_C. Esta adquisición se puede hacer en el transcurso de una sarta de interrogaciones unitarias correspondientes, por ejemplo, a una interrogación de tipo IFF. Desde un punto de vista temporal, las combinaciones de antenas elementales se pueden realizar ya sea secuencialmente, ya sea alternativamente. La gestión secuencial consiste en descomponer la solicitud en tres subsartas de interrogaciones relativas a cada una de las tres redes consideradas. La gestión alterna consiste en alternar en cada interrogación unitaria el modo de antena en recepción.

Las etapas descritas anteriormente permiten, en una primera fase, localizar el objetivo en una ventana de aceptación de tamaño reducido. En un segundo momento, las coordenadas en sitio y en azimut del objetivo se pueden afinar a partir del conocimiento, por una parte, de los diagramas de antenas de las antenas usadas (o de parámetros tabulados a partir de estos últimos) y, por otra parte, del valor de los ángulos de medición de la desviación de medios ángulos relativos a unos lóbulos de antenas diferentes. Para ello, en la continuación del texto, se anotarán respectivamente las coordenadas del objetivo a localizar $S_{objetivo}^{estimado}$ para la coordenada en sitio y $A_{objetivo}^{estimado}$ para la de en azimut.

El procedimiento de determinación del par $(A_{objetivo}^{estimado}, S_{objetivo}^{estimado})$ según la invención, se basa en el principio de medición de la desviación de medio ángulo usado para calcular la posición angular en azimut de un objetivo que ha respondido a una interrogación, por ejemplo, de tipo IFF, cuando se conoce la altitud del objetivo (caso del estado de la técnica). Este principio se afina en el presente documento y se extiende al cálculo del sitio y del azimut cuando la altitud del objetivo se desconoce esta vez.

El acoplamiento de las antenas elementales de las redes RED_H y RED_B, respectivamente, permite, después de

recombinación de las ondas recepcionadas por cada una de las antenas elementales que se habrán desfasado y combinado, crear una señal de suma S_{Ae} que corresponde a un máximo de ganancia en la dirección de alineación de las antenas y una señal de diferencia D_{Ae} que corresponde a un mínimo de ganancia en la dirección de alineación. A partir de las señales S_{Ae} y D_{Ae} , se puede determinar el ángulo de medición de la desviación relativo a cada una de las redes RED_H y RED_B: $\Psi_{Rx}^H(A, S)$ y $\Psi_{Rx}^B(A, S)$. De la misma forma, la recombinación de las ondas recepcionadas sobre cada una de las antenas elementales de la red RED_C permite, igualmente, crear una señal de suma y una señal de diferencia de las que se deriva el ángulo de medición de la desviación asociado $\Psi_{Rx}^C(A, S)$. Para unas zonas de aceptación de las respuestas (ZAR) que se extienden alrededor de la dirección de alineación hasta una quincena de grados en azimut y hasta una media decena de grados en sitio, se puede determinar una relación biyectiva entre $\Psi_{Rx}^H(A, S)$ (o $\Psi_{Rx}^B(A, S)$) y A y de la misma forma entre $\Psi_{Rx}^C(A, S)$ y S. La dependencia del valor del ángulo de medición de la desviación en función del sitio puede definirse, entonces, como un componente aditivo a la dependencia azimutal. Esto permite escribir que:

$$S_{estimado}^{objetivo} = a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C A_{estimado}^{objetivo} + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^C (\Psi_{Rx}^C(A, S)) \quad (1)$$

$$A_{estimado}^{objetivo} = a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k S_{estimado}^{objetivo} + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k (\Psi_{Rx}^k(A, S))$$

De este modo, la posición del objetivo con respecto a la dirección de alineación está dada por:

$$S_{estimado}^{objetivo} = \frac{[a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C \cdot b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k (\Psi_{Rx}^k(A, S)) + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^C (\Psi_{Rx}^C(A, S))]}{[1 - a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C \cdot a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k]} \quad (2)$$

$$A_{estimado}^{objetivo} = a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k S_{estimado}^{objetivo} + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k (\Psi_{Rx}^k(A, S))$$

Con:

- k: índice de la red alta o baja (k=H o B) según la elevación de alineación,
- S_{ir} : sitio de la dirección de alineación,
- A_{ir} : azimut de la dirección de alineación,
- $S_{estimado}^{objetivo}$: sitio calculado del objetivo con respecto al sitio de alineación S_{ir} ,
- $A_{estimado}^{objetivo}$: azimut calculado del objetivo con respecto al azimut de alineación A_{ir} ,
- $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k$ y $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C$ son unos parámetros que dependen de la dirección de alineación. Estos parámetros se calculan sobre la base de los diagramas de las antenas elementales que se usan respectivamente para formar la red de antenas RED_H (o RED_B) y la red de antenas RED_C,
- $b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k (\Psi_{Rx}^k(A, S))$, con k= H, B o C representan unas funciones que modelizan la evolución del ángulo de medición de la desviación en función del azimut de sitio fijado (para las RED_H o RED_B) o en función del sitio de azimut fijado (RED_C), se definen por:

$$b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k (\Psi_{Rx}^k(A, S)) = \sum_{i=0}^N \beta_{i, (A_{ir}, S_{ir})}^k [\Psi_{Rx}^k(A, S)]^i$$

donde N es el orden del polinomio

$$f(\Psi_{Rx}^k(A, S)) = \sum_{i=0}^N \beta_{i, (A_{ir}, S_{ir})}^k [\Psi_{Rx}^k(A, S)]^i$$

El error de localización debido al error de modelización introducido por este método es escaso en el campo angular útil, siempre que se use un polinomio de orden 4 para modelizar la evolución del ángulo de medición de la desviación en función del azimut de valor de sitio fijado. De este modo, las coordenadas $(A_{estimado}^{objetivo}, S_{estimado}^{objetivo})$ del objetivo pueden determinarse con precisión mediante las etapas anteriores usando una tabulación, en concreto, para los parámetros $\beta_{i, (A_{ir}, S_{ir})}^k$.

Además, la expresión de $A_{estimado}^{objetivo}$ usa la cantidad $S_{estimado}^{objetivo}$ de forma explícita mediante la fórmula (2) lo que permite cuando, por ejemplo, los parámetros de medición de la desviación relativos a la determinación de $S_{estimado}^{objetivo}$ no están accesibles, introducir un valor de $S_{estimado}^{objetivo}$ que proviene de una medición diferente.

La figura 4 presenta un cuadro sinóptico general de un sistema de interrogación respuesta adaptado para implementar el procedimiento según la invención. Este sistema puede ser, por ejemplo, un sistema de tipo IFF. Dicho sistema incluye:

- una red de antenas de barrido electrónico alta RED_H, 30, que incluye, por ejemplo, cuatro antenas elementales, Ae1, Ae2, Ae3 y Ae4,
- una red de antenas de barrido electrónico baja RED_B, 31, que incluye, por ejemplo, cuatro antenas elementales,

Ae5, Ae6, Ae7 y Ae8,

- una red de antenas conjunta RED_C, constituida por las antenas elementales Ae2, Ae3, Ae6, Ae7
- una matriz de conmutación, 32, adaptada para seleccionar las antenas elementales, Ant1, Ant2, Ant3 y Ant4 de entre las disponibles en las redes RED_H, RED_B y RED_C,
- 5 - un combinador de haz, 33, que asegura la formación de las vías de Suma Σ y de Diferencia Δ a partir de cuatro vías procedentes de las antenas elementales,
- un receptor, 34, que genera las informaciones:
 - de amplitud S_{Ae} de la vía de Suma Σ ,
 - de amplitud D_{Ae} de la vía de Diferencia Δ ,
 - 10 ◦ de medición de la desviación angular Ψ ,
- un calculador, 35, adaptado para implementar las etapas de localización de las coordenadas de sitio y de azimut del objetivo, según la invención.

La invención no se limita al caso de configuración que usa dos redes de antenas alta y baja posicionadas en el eje vertical de la nariz del portador y que incluyen cada una cuatro antenas elementales. La figura 5 ilustra otros varios ejemplos, no limitativos, de configuraciones de antenas mínimas que usan tres antenas elementales que pueden asimilarse a unas configuraciones en las que:

- dos de las antenas elementales A_{e1} y A_{e2} (las más cercanas de entre las tres disponibles) se usan para formar una red de dos antenas que definen un primer acoplamiento que corresponde al caso de la RED_H del ejemplo usado anteriormente. Dicha red permite formar un lóbulo sin aparición de fenómenos de periodicidad.
- 20 - una antena A_{e3} no está posicionada según el eje de la red formada anteriormente, esta antena forma la red RED_B del ejemplo anterior.
- el acoplamiento (A_{e1} , A_{e3}) o (A_{e2} , A_{e3}) define, entonces, la red conjunta RED_C.

De forma general, la red conjunta RED_C debe presentar un eje diferente del de las otras dos redes RED_H y RED_B, con el fin de poder explotar la diversidad de orientación de las alineaciones de las redes de antenas creadas de este modo.

En el contexto del uso, por el portador, de una interrogación de tipo IFF, las antenas elementales deben poder trabajar con unas ondas polarizadas verticalmente según el eje Z.

En el caso en que las dos antenas elementales A_{e1} y A_{e2} que forman la red RED_H estén demasiado alejadas, es necesaria, igualmente, una etapa de discriminación de los lóbulos secundarios relacionados con unos fenómenos de periodicidad según el eje de azimut. Esta etapa se puede efectuar usando un método de medición de la desviación de amplitud tal como se ha descrito anteriormente. En la figura 3, este caso de aplicación se ilustraría por una zona de aceptación, 12, formada por varias ventanas verticales (de forma similar a la ZAR ZAR₂ 13) y la resolución de ambigüedad permitiría aislar una sola de estas ventanas (caso similar a la obtención de la ZAR ZAR₃ 14).

La presente invención tiene como ventaja, en concreto, que no restringe la instalación de las redes de antenas a una ubicación específica del portador.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de localización, por un portador, de un objetivo (10), de azimut $A_{estimado}^{objetivo}$ y de sitio $S_{estimado}^{objetivo}$ en el espacio por medio de al menos una primera red de antenas lineal de barrido electrónico RED_H que incluye al menos una antena elemental y al menos una segunda red de antenas lineal de barrido electrónico RED_B que incluye al menos dos antenas elementales, emitiendo dicho objetivo una señal en respuesta a una interrogación del portador, incluyendo el procedimiento al menos las siguientes etapas:

◦ Etapa 1: Determinar un primer ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^H(A, S)$, $\Psi_{Rx}^B(A, S)$), que permite definir una primera zona de aceptación de respuestas ZAR₁ (12), por una medición sobre la señal emitida por el objetivo y recibida sobre una red de antenas que incluye al menos dos antenas elementales y tomada de entre una de dichas primera o segunda redes de antenas (RED_H, RED_B), estando el primer ángulo de medición de la desviación determinado a partir de una primera señal de suma obtenida por combinación de las señales recibidas sobre todos los elementos de antenas de dicha red de antenas y de una segunda señal de diferencia obtenida por combinación de las señales recibidas sobre todos los elementos de antenas de dicha red de antenas,

◦ Etapa 2: Crear una tercera red de antenas conjunta (RED_C) lineal por acoplamiento de al menos una antena elemental de la primera red de antenas (RED_H) y de al menos una antena elemental de la segunda red de antenas (RED_B), teniendo la tercera red de antenas conjunta (RED_C) un eje diferente del eje de la primera red de antenas (RED_H) y del eje de la segunda red de antenas (RED_B),

◦ Etapa 3: Determinar un segundo ángulo de medición de la desviación $\Psi_{Rx}^C(A, S)$, que permite definir una segunda zona de aceptación de respuestas ZAR₂ (13), por una medición sobre la señal emitida por el objetivo y recibida sobre la tercera red de antenas conjunta (RED_C), estando dicha zona formada por una o varias ventanas en el plano (A, S), estando el segundo ángulo de medición de la desviación determinado a partir de una primera señal de suma obtenida por combinación de las señales recibidas sobre todos los elementos de antenas de la tercera red de antenas conjunta y de una segunda señal de diferencia obtenida por combinación de las señales recibidas sobre todos los elementos de antenas de la tercera red de antenas conjunta,

◦ Etapa 4: Formar, a partir de al menos el primer ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^H(A, S)$, $\Psi_{Rx}^B(A, S)$) y el segundo ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^C(A, S)$), una tercera zona de aceptación de respuestas ZAR₃ igual a la intersección de la primera zona de aceptación de respuesta ZAR₁ (12) y de la segunda zona de aceptación de respuesta ZAR₂ (13) para localizar el objetivo a partir de sus coordenadas ($A_{estimado}^{objetivo}$, $S_{estimado}^{objetivo}$),

◦ Etapa 5: Formar una cuarta zona de aceptación de respuestas ZAR₄ (14) eliminando las ventanas secundarias de la segunda zona de aceptación de respuesta ZAR₂ (13) por comparación del nivel de señal recibido sobre la primera red de antenas (RED_H) con el recibido sobre la segunda red de antenas (RED_B) con la ayuda de un procedimiento de medición de la desviación de amplitud.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** incluye, además, la etapa siguiente:

Etapa 6: Determinar de manera precisa una medida del sitio $S_{estimado}^{objetivo}$ del objetivo a partir del primer ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^H(A, S)$, $\Psi_{Rx}^B(A, S)$) y del segundo ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^C(A, S)$), con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$S_{estimado}^{objetivo} = \frac{[a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C \cdot b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S)) + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^C(\Psi_{Rx}^C(A, S))]}{[1 - a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C \cdot a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k]}]$$

en la que $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k$ y $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^C$ son unos parámetros que dependen de la dirección de alineación de las antenas que se calculan a partir de los diagramas de dichas antenas elementales respectivamente usadas para formar la primera red de antenas (RED_H) o la segunda red de antenas (RED_B) y la tercera red de antenas (RED_C), donde $b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S))$, se obtienen por una modelización polinomial de la evolución del ángulo de medición de la desviación en función del azimut para un valor de sitio fijado o en función del sitio para un valor de azimut fijado, con k = H, B o C, un índice que identifica la red de antenas.

3. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye, además, la siguiente etapa:

Etapa 7: Determinar de manera precisa una medición del azimut $A_{estimado}^{objetivo}$ del objetivo a partir del primer ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^H(A, S)$, $\Psi_{Rx}^B(A, S)$) y del segundo ángulo de medición de la desviación ($\Psi_{Rx}^C(A, S)$) y de una medición del sitio $S_{estimado}^{objetivo}$ del objetivo, con la ayuda de la siguiente ecuación:

$$A_{estimado}^{objetivo} = a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k S_{estimado}^{objetivo} + b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S))$$

en la que $a_{(A_{ir}, S_{ir})}^k$ son unos parámetros que dependen de la dirección de alineación de las antenas y se calculan a partir de los diagramas de dichas antenas elementales usadas para formar la primera red de antenas (RED_H) o la segunda red de antenas (RED_B),

en la que $b_{(A_{ir}, S_{ir})}^k(\Psi_{Rx}^k(A, S))$ son unos parámetros obtenidos por una modelización polinomial de la evolución del

ángulo de medición de la desviación en función del azimut para un valor de sitio fijado o en función del sitio para un valor de azimut fijado, con $k = B$ o H , un índice que identifica la red de antenas.

- 5 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera red de antenas (RED_H) y la segunda red de antenas (RED_B) están situadas sobre la punta delantera de dicho portador y la primera red de antenas (RED_H) está situada en la vertical de la segunda red de antenas (RED_B).
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el modo de interrogación del portador hacia el objetivo es un modo IFF.
- 10 6. Sistema de localización de un objetivo por un portador equipado con un radar primario y con un radar secundario **caracterizado porque** incluye un sistema de interrogación respuesta que comprende al menos una primera red de antenas (30), una segunda red de antenas (31), una matriz de conmutación (32), un combinador de haz (33), un receptor (34) y un calculador (35) configurado para implementar las características del procedimiento de localización en sitio y azimut según una de las reivindicaciones 1 a 5.

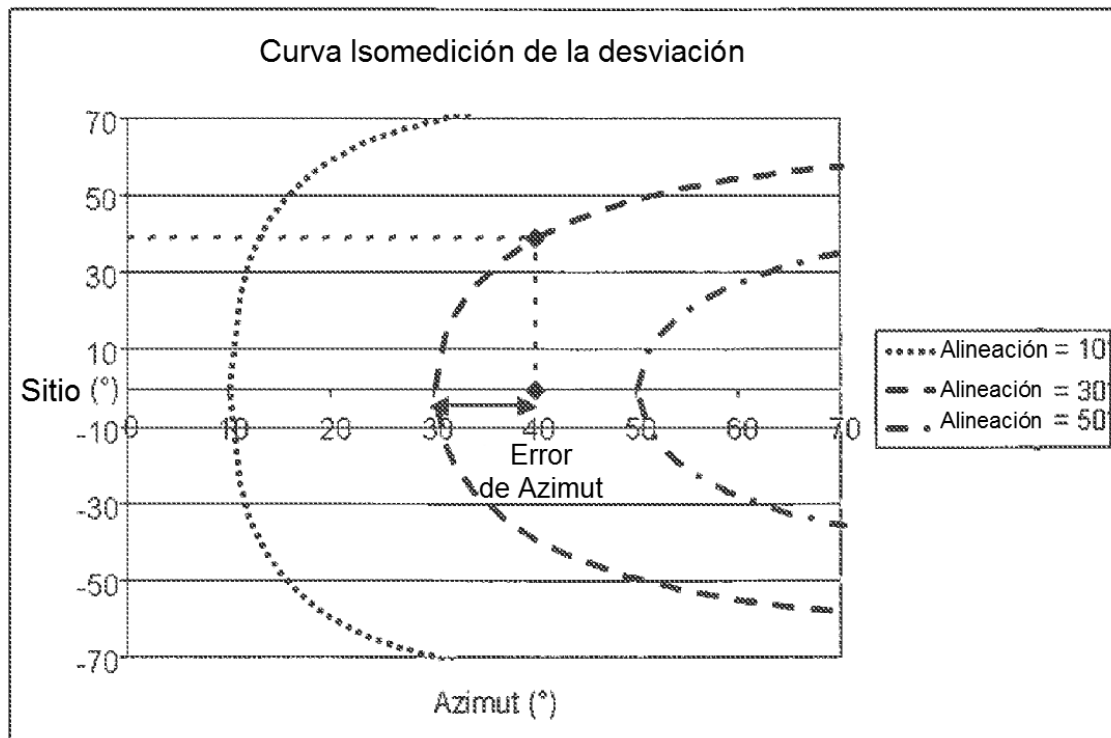


FIG.1

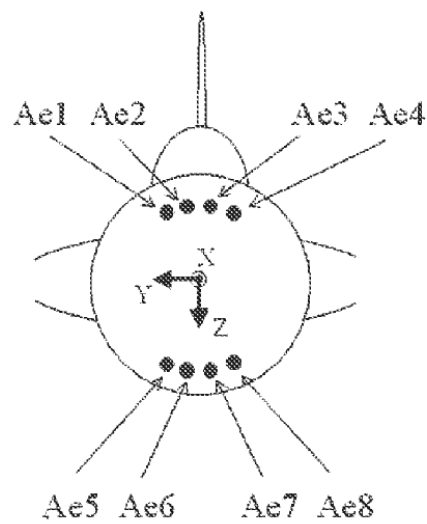


FIG.2

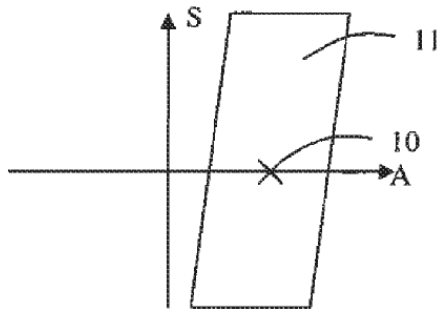


Fig 3a : Vía Tx

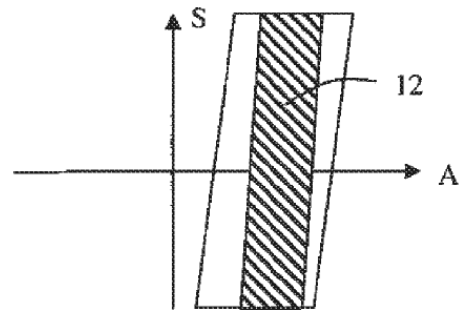


Fig 3b : Vía Tx ∩ Rx

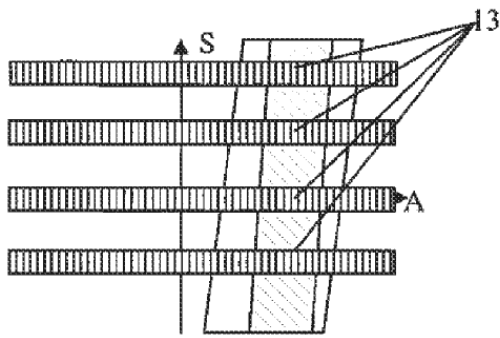


Fig 3c : Vía Tx ∩ Rx ∩ R'x

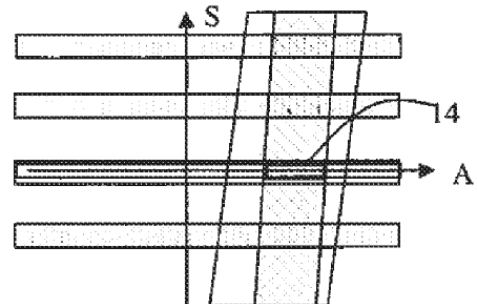


Fig 3d : Vía Tx ∩ Rx ∩ R'x ∩ amplitud

FIG.3

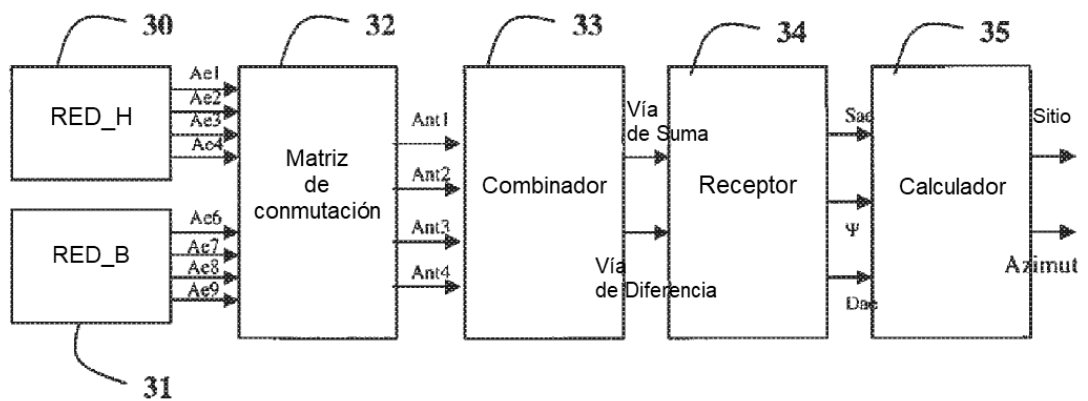


FIG.4

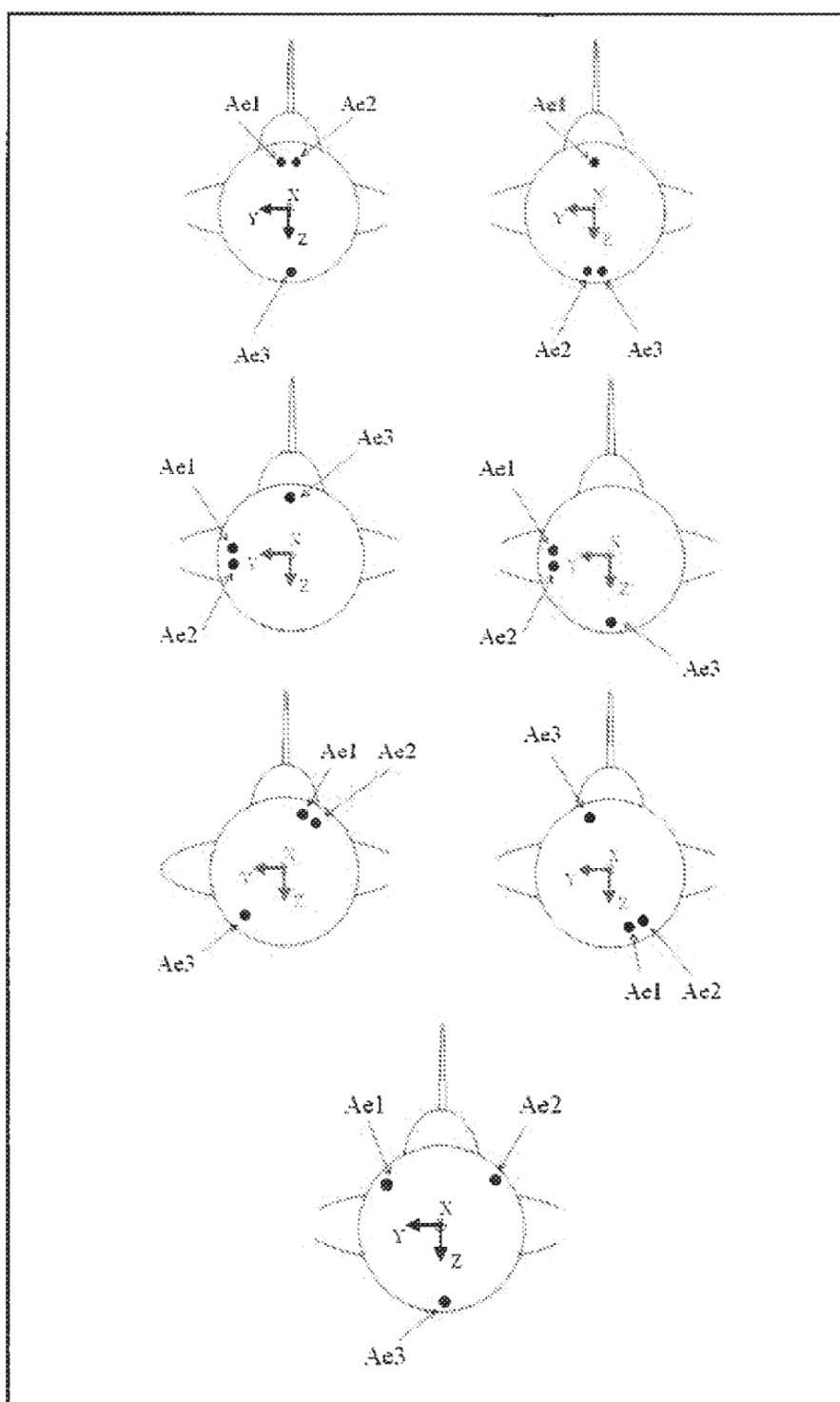


FIG.5