

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 735**

51 Int. Cl.:

G01S 3/04 (2006.01)

G01S 3/28 (2006.01)

G01S 3/74 (2006.01)

G01S 3/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.03.2013 PCT/EP2013/054370**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.09.2014 WO14135196**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.03.2013 E 13709178 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 2965108**

54 Título: **Dispositivo de medición y método de medición para la búsqueda de direcciones y para la determinación de la incertidumbre de dirección**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
19.03.2018

73 Titular/es:
**ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG (100.0%)
Mühlendorfstrasse 15
81671 München, DE**

72 Inventor/es:
BARTKO, HENDRIK

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 659 735 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

5 Dispositivo de medición y método de medición para la búsqueda de direcciones y para la determinación de la incertidumbre de dirección

La invención se refiere a un dispositivo de medición y a un método de medición para la búsqueda de las direcciones de señales electromagnéticas y para determinar y visualizar una incertidumbre de dirección.

10 Los sistemas convencionales para la búsqueda de direcciones generalmente muestran la dirección detectada de una señal electromagnética entrante como una línea o flecha que se origina desde el centro de una pantalla que apunta en la dirección de la que procede la señal electromagnética. Para un usuario de un dispositivo de medición de este tipo, no es posible determinar la precisión de la búsqueda de la dirección. Especialmente en situaciones en las que se detectan varios impulsos electromagnéticos al poco tiempo uno de otro, originados desde una dirección estrechamente espaciada, no está claro para el usuario si estas señales provienen de una única fuente de señal o si se trata de varias fuentes de señal, ya que él no sabe con qué precisión se conocen las direcciones detectadas.

15 Por ejemplo, el documento DE 10 2004 020 276 A1 muestra un dispositivo y método para la búsqueda de direcciones de este tipo convencional. Sin embargo, un usuario no puede determinar fácilmente cómo de seguras son las direcciones encontradas de las señales recibidas.

20 En la patente de Estados Unidos 2004/164902 A1 se utiliza un receptor para recibir señales de medición y para calcular una dirección desde la que se originan las señales de medición. Se calculan los límites de error de la dirección determinada. La dirección determinada y los límites de error se visualizan en un mapa. La dirección se representa como una línea que se origina desde el receptor y apunta hacia la dirección desde la que se origina la señal de medición. Los límites de error se visualizan como líneas que también se originan en el receptor y que se extienden más o menos en la dirección desde la que se recibió la señal de medición. La distancia de las líneas de los límites de error desde la línea de dirección indica la cantidad del error. Por consiguiente, el objetivo de la invención es crear un dispositivo de medición y un método de medición que puedan determinar con mayor precisión una dirección desde la que se origina una señal electromagnética y que permitan a un usuario distinguir entre diferentes fuentes de señal.

25 El objetivo se consigue mediante las características de la reivindicación 1 para el dispositivo de medición y mediante las características de la reivindicación 7 para el método de medición. Las reivindicaciones dependientes contienen desarrollos adicionales.

30 Un dispositivo de medición a modo de ejemplo para la búsqueda de la dirección de una señal electromagnética comprende un elemento de antena para recibir la señal electromagnética y medios de procesamiento para determinar la dirección de la señal electromagnética y para visualizar la dirección de la señal electromagnética. Los medios de procesamiento comprenden además medios de determinación de la incertidumbre de la dirección para determinar un ángulo de incertidumbre de dirección de la dirección de la señal electromagnética. Los medios de procesamiento están configurados para visualizar el ángulo de incertidumbre de dirección en los medios de visualización. Por lo tanto, es fácilmente posible para un usuario distinguir si las direcciones de la fuente de señal que se encuentran muy juntas, se originan a partir de una única fuente de señal o de diferentes fuentes de señal. Los medios de procesamiento se configuran adicionalmente para visualizar la dirección de la señal electromagnética como una línea o una flecha que apunta en la dirección de la señal electromagnética en los medios de visualización, y para visualizar el ángulo de incertidumbre de dirección como un área o como líneas de borde de incertidumbre de dos direcciones alrededor de la línea o de la flecha que apunta en la dirección de la señal electromagnética o como una forma conectada a la línea o a la flecha que apunta en la dirección de la señal electromagnética en los medios de visualización. De este modo, un usuario puede ver, a primera vista, en qué área angular probablemente se encuentra la dirección de la fuente de la señal.

35 Los medios de procesamiento comprenden ventajosamente un banco de datos de direcciones que contiene datos prealmacenados que relacionan las señales de salida del elemento de antena con las direcciones de las señales electromagnéticas. Los medios de procesamiento se configuran entonces para determinar la dirección de la señal electromagnética realizando una búsqueda de la mayor coincidencia de las señales de salida de los elementos de antena presentes con las señales de salida de los elementos de antena prealmacenadas en el banco de datos de direcciones. Por lo tanto, es posible determinar la dirección y el ángulo de incertidumbre de dirección, lo que reduce la potencia computacional.

40 Ventajosamente, la búsqueda se realiza utilizando una función de búsqueda, en la que la función de búsqueda es una función χ^2 o una función de máxima verosimilitud o se basa en una densidad de ruido. De esta forma, pueden utilizarse las funciones de búsqueda típicas, lo que da lugar a una baja complejidad de implementación.

45 Los medios de determinación de la incertidumbre de la dirección se configuran ventajosamente para determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda. Más ventajosamente, se utiliza una

pendiente de la función de búsqueda en la dirección de la señal electromagnética. Incluso más ventajosamente, se utiliza una distancia angular de dos muestras de la función de búsqueda que tiene una distancia preestablecida de los valores de la función de búsqueda respectiva a un valor de la función de búsqueda de la dirección de la señal electromagnética para determinar el ángulo de incertidumbre. Por lo tanto, es posible determinar el ángulo de incertidumbre sin un alto coste computacional adicional.

Un método de medición de la invención sirve para el fin de la búsqueda de la dirección de una señal electromagnética. El método comprende determinar la dirección de la señal electromagnética y visualizar la dirección de la señal electromagnética. El método comprende además determinar un ángulo de incertidumbre de dirección de la dirección de la señal electromagnética y visualizar el ángulo de incertidumbre de dirección. Por lo tanto, es fácilmente posible para un usuario distinguir si las direcciones de la fuente de señal que se encuentran muy juntas, se originan a partir de una única fuente de señal o de diferentes fuentes de señal.

Una realización a modo de ejemplo de la invención se explica ahora adicionalmente a modo de ejemplo solamente y con respecto a los dibujos en los que

la figura 1 muestra una realización del dispositivo de medición de la invención en un diagrama de bloques;

la figura 2 muestra un primer detalle de la realización del dispositivo de medición de la invención en un diagrama de bloques;

la figura 3 muestra un segundo detalle de la realización del dispositivo de medición de la invención;

la figura 4 muestra un tercer detalle de la realización del dispositivo de medición de la invención;

la figura 5 muestra un contenido de visualización que se visualizará mediante la realización del dispositivo de medición de la invención, y

la figura 6 muestra un diagrama de flujo de una realización a modo de ejemplo del método de medición de la invención.

Primero, se demuestra la construcción y la función del dispositivo de medición de la invención en las figuras 1-5. Después de eso, se explica la función del método de medición de la invención en la figura 6. Se han omitido parcialmente entidades y números de referencia similares en diferentes figuras.

En la figura 1, se muestra una realización del dispositivo de medición 1 de la invención. El dispositivo de medición de la invención comprende un elemento de antena 2 y conectado a él los medios de procesamiento 3. El elemento de antena 2 recibe una señal electromagnética y se procesa por los medios de procesamiento 3. Los medios de procesamiento 3 determinan la dirección y la incertidumbre de dirección y las visualiza. Con respecto a la construcción y a la función del elemento de antena 2, se hace referencia a la figura 2. Con respecto a la construcción y a la función de los medios de procesamiento 3, se hace referencia a la figura 3-figura 5. Las señales electromagnéticas detectadas por el dispositivo de medición de la invención o por el método de medición de la invención son, por ejemplo, impulsos de radar o transmisiones de radio.

La figura 2 muestra el funcionamiento interno del elemento de antena 2 de la figura 1. El elemento de antena 2 comprende una pluralidad de antenas 20-25, que están conectadas cada una a medios de multiplexación 26. Los medios de multiplexación 26 están configurados para conectar un número de antenas de entre las antenas 20-25 totales disponibles a los medios de procesamiento 3 de la figura 1. El número de antenas conectadas puede especificarse previamente o puede establecerse por los medios de procesamiento 3.

Por ejemplo, las antenas 20, 23 y 24 están conectadas mediante los medios de multiplexación 26 a los medios de procesamiento 3 de la figura 1. En este caso, se logra un ángulo de recepción γ . Con este ángulo, puede determinarse la dirección de las señales electromagnéticas entrantes.

En una realización alternativa, pueden omitirse los medios de multiplexación 26. En este caso, el elemento de antena 2 simplemente comprende las antenas 20-25.

El elemento de antena 2 comprende al menos dos antenas 20-25 diferentes. Alternativamente, están presentes al menos cinco antenas diferentes. Alternativamente, están presentes al menos diez antenas diferentes.

Para poder detectar una dirección de una señal entrante, deben utilizarse al menos las señales de dos antenas.

En la figura 3, se muestra la construcción interna de los medios de procesamiento 3 de la figura 1. Los medios de procesamiento 3 comprenden medios de procesamiento analógico 30, que se suministran con la señal del elemento de antena 2 de la figura 1. Además, los medios de procesamiento 3 comprenden un convertidor analógico-digital 31, que está conectado a los medios de procesamiento analógico 30. El convertidor analógico-digital 31, de nuevo, está

conectado a los medios de procesamiento digital 32, que están conectados a los medios de visualización 33. Los medios de procesamiento analógico 30, los medios de procesamiento digital 32 y los medios de visualización 33 están conectados a los medios de control 34, que están configurados para controlar estos componentes.

5 Alternativamente, el dispositivo de medición 1, más exactamente los medios de procesamiento 3 no comprenden los medios de visualización 33. En este caso, los resultados de los medios de procesamiento digital 32, especialmente la dirección y la incertidumbre de dirección y opcionalmente una calidad de dirección, se emiten a través de una interfaz, por ejemplo, una red de área local (LAN). Estos resultados pueden utilizarse posteriormente, procesarse y visualizarse mediante cualquier dispositivo conectado. Los resultados se emiten posteriormente utilizando un formato predefinido, que puede utilizarse fácilmente por otros dispositivos. Por ejemplo, se utiliza el formato "palabra de descripción de impulso" (PDW, por sus siglas en inglés, pulse description word).

15 Las señales de los elementos de antena 2 se reciben mediante los medios de procesamiento analógico 30. Estas señales comprenden las señales de las antenas individuales 20-25 de la figura 2 o de algunas de estas antenas que están conectadas en ese momento a los medios de procesamiento analógico 30 mediante el uso de los medios de multiplexación 26. Alternativamente, las señales de todas las antenas 20-25 de la figura 20 pueden transmitirse a los medios de procesamiento analógico 30.

20 La señal que va a ser recibida por los medios de procesamiento analógicos 30 se procesa por ellos. Por ejemplo, puede realizarse una determinación de amplificación y de potencia. Las señales resultantes se transmiten al convertidor analógico-digital 31, que digitaliza las señales. Las señales digitalizadas se pasan a los medios de procesamiento digital 32, que realizan el procesamiento digital. Los medios de procesamiento digital 32 realizan una determinación de la dirección de la señal electromagnética detectada. Además, los medios de procesamiento digital 32 determinan un ángulo de incertidumbre de dirección de la dirección de la señal electromagnética. Estos resultados se transmiten a los medios de visualización 33, que visualizan la dirección y el ángulo de incertidumbre de la dirección. Con respecto al funcionamiento interno de los medios de procesamiento digital 32, se hace referencia a la figura 4.

30 En la figura 4, se muestra la construcción de los medios de procesamiento digital 32. Los medios de procesamiento digital 32 de la figura 3 comprenden medios de detección de la dirección 320, que están conectados al convertidor analógico-digital 31 de la figura 3 y a los medios de visualización 33 de la figura 3. Además, los medios de procesamiento digital 32 comprenden un banco de datos de direcciones 321, que está conectado a los medios de detección de la dirección 320. Además, los medios de procesamiento digital 32 comprenden medios de determinación de la incertidumbre de dirección 322, que también están conectados a los medios de determinación de la dirección 320. Además, los medios de determinación de la incertidumbre de dirección 322 también están conectados a los medios de visualización 33 de la figura 3.

40 La base de datos de direcciones 321 contiene datos prealmacenados que relacionan las señales de salida del elemento de antena con las direcciones de las señales electromagnéticas recibidas. Los parámetros almacenados en la base de datos de direcciones 321 son, por ejemplo, la potencia recibida de cada antena individual, el tiempo de la recepción de la señal por la antena individual y la frecuencia recibida de la señal en las antenas individuales. Estos parámetros se almacenan para cada fuente de señal prealmacenada, definida por su dirección en acimut y elevación, su polarización y su frecuencia.

45 Debido a la gran cantidad de parámetros, se debe buscar una gran cantidad de datos para determinar qué dirección es la dirección correcta para una señal electromagnética recibida en ese momento. Por lo tanto, los medios de determinación de la dirección 320 y los medios de determinación de la incertidumbre de dirección 322 se construyen ventajosamente como una matriz de puertas programable o FPGA (por sus siglas en inglés, Field Programmable Gate Array) o como varias FPGA que trabajan en paralelo.

50 Después de determinar la dirección de la señal electromagnética entrante mediante los medios de determinación de la dirección 320, se determina el ángulo de incertidumbre de dirección mediante los medios de determinación de la incertidumbre de dirección 322. Para determinar el ángulo de incertidumbre de dirección, se utiliza nuevamente la función de búsqueda utilizada para determinar la dirección.

55 La función de búsqueda da como resultado un mínimo, que indica la mayor coincidencia a una dirección dentro del banco de datos de direcciones 321. El ángulo de incertidumbre de dirección se determina a partir de la pendiente de la función de búsqueda en el área de este mínimo. Especialmente, se calcula una distancia angular de dos muestras de la función de búsqueda que tienen una distancia preestablecida de los valores de la función de búsqueda respectiva a un valor de la función de búsqueda de la dirección de la señal electromagnética.

60 Por lo tanto, el ángulo de incertidumbre de dirección es bajo para una pendiente alta de la función de búsqueda en el área del mínimo, mientras que es alto para una pendiente baja de la función de búsqueda en el área del mínimo.

65 A continuación, las matemáticas subyacentes se describen en detalle. Para realizar la búsqueda de la dirección de la señal electromagnética, la señal electromagnética se muestrea mediante varias antenas que forman un grupo de

antena como se ha descrito, por ejemplo, las tres antenas.

Durante la producción del dispositivo de medición de la invención, cada grupo de antena se somete a una medición inicial, con señales electromagnéticas definidas de dirección definida en acimut y elevación y frecuencia y polarización definidas.

5

$$V_{ref,k}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) = A_{ref,k}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) \exp(j\phi_{ref,k}(\alpha, \varepsilon, f, \pi))$$

se define como la tensión de antena medida resultante de las antenas individuales $k=1\dots N$ para una señal electromagnética de acimut α , elevación ε , frecuencia f y polarización n . Los siguientes cocientes de amplitud y diferencias de fase entre los elementos k y 1 surgen:

10

$$r_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) = \frac{A_{ref,k}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)}{A_{ref,l}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)}$$

$$\Delta\phi_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) = \phi_{ref,k}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) - \phi_{ref,l}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)$$

15

A partir de M repeticiones de la medición de referencia descrita anteriormente, ahora puede determinarse el error de medición:

$$\sigma^2(r_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M [r_{ref,kl,i}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)]^2 - \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M r_{ref,kl,i}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) \right]^2$$

$$\sigma^2(\Delta\phi_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M [\Delta\phi_{ref,kl,i}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)]^2 - \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta\phi_{ref,kl,i}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) \right]^2$$

20

Sin embargo, este error de medición no debe confundirse con el ángulo de incertidumbre de dirección descrito anteriormente.

Después de realizar estas mediciones de referencia iniciales, se envía el dispositivo de medición a un usuario. Cuando se realiza una búsqueda de dirección real de una señal,

25

$$V_{mess,k,i} = A_{mess,k,i} \exp(j\phi_{mess,k,i})$$

definida como la tensión de antena medida de la antena individual $k=1\dots N$ para una señal electromagnética de frecuencia f , polarización desconocida y dirección desconocida. La señal electromagnética se muestrea consecutivamente $i=1\dots M$ veces. Los siguientes cocientes de amplitud y diferencias de fase surgen:

30

$$r_{mess,kl,i} = \frac{A_{mess,k,i}}{A_{mess,l,i}}$$

35

$$\Delta\phi_{mess,kl,i} = \phi_{mess,k,i} - \phi_{mess,l,i}$$

A partir de las muestras de señal M , ahora puede determinarse el error de medición:

40

$$\sigma^2(r_{mess,kl}) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M [r_{mess,kl,i}]^2 - \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M r_{mess,kl,i} \right]^2$$

$$\sigma^2(\Delta\phi_{mess,kl}) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M [\Delta\phi_{mess,kl,i}]^2 - \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Delta\phi_{mess,kl,i} \right]^2$$

Como se ha explicado anteriormente, este error de medición no debe confundirse con el ángulo de incertidumbre de dirección. Aunque puede visualizarse adicionalmente. Por ejemplo, puede visualizarse como una probabilidad de corrección de cada dirección detectada.

45

A partir de los valores calculados anteriormente, ahora se calcula una función de búsqueda. En este ejemplo, se utiliza la función χ^2 . Alternativamente, puede utilizarse también una función de máxima verosimilitud o una función basada en una densidad de ruido.

50

$$\chi^2(\alpha, \varepsilon, \pi) = \sum_{\substack{k,l \\ k < l}} \frac{[r_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) - r_{mess,kl}]^2}{\sigma^2(r_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)) + \sigma^2(r_{mess,kl})} + \sum_{\substack{k,l \\ k < l}} \frac{[\Delta\phi_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi) - \Delta\phi_{mess,kl}]^2}{\sigma^2(\Delta\phi_{ref,kl}(\alpha, \varepsilon, f, \pi)) + \sigma^2(\Delta\phi_{mess,kl})}$$

Los valores $(\alpha_0, \varepsilon_0, \pi_0)$ se determinan ahora, de manera que $\chi^2(\alpha_0, \varepsilon_0, \pi_0)$ sea mínimo. Una calidad de búsqueda de dirección puede calcularse como:

5

$$p = 1 - P\left(\frac{2}{2}, \frac{\chi^2(\alpha_0, \varepsilon_0, \pi_0)}{2}\right)$$

donde $P\left(\frac{n}{2}, \frac{x}{2}\right)$ describe una función gamma incompleta regularizada.

10 Los intervalos de confianza-1 σ $\Delta\alpha$ y $\Delta\varepsilon$ se determinan resolviendo numéricamente las siguientes fórmulas:

$$\chi^2(\alpha_0 + \Delta\alpha, \varepsilon_0, \pi_0) = \chi^2(\alpha_0, \varepsilon_0, \pi_0) + 1$$

$$\chi^2(\alpha_0, \varepsilon_0 + \Delta\varepsilon, \pi_0) = \chi^2(\alpha_0, \varepsilon_0, \pi_0) + 1$$

15

Los intervalos de confianza-1 σ $\Delta\alpha$ y $\Delta\varepsilon$ corresponden a los ángulos de incertidumbre de dirección.

En la figura 5, se muestra un contenido de visualización que se visualizará mediante los medios de visualización 33 de la figura 3. La pantalla 33 muestra un círculo 339 que indica el área de búsqueda. Utilizando un sombreado, o una serie de líneas, puede representarse un área determinada del círculo 339 como el ángulo de búsqueda actualmente activo, que se ha seleccionado a través de la selección de antena realizada por los medios de multiplexación 26 de la figura 2. Aunque esta característica no se ha representado aquí por razones de simplicidad de la figura.

20

25 Dentro del círculo 339, se muestran varias formas alternativas de visualizar la dirección y el ángulo de incertidumbre de dirección. En la práctica, normalmente solo se utilizaría una de estas alternativas al mismo tiempo. Sin embargo, estas alternativas también pueden combinarse. Se muestra una primera dirección mediante el uso de una flecha 331 que se origina desde el centro del círculo 339 apuntando en la dirección en la que se detectó la señal electromagnética. La longitud de la flecha 331 corresponde a una probabilidad de que la dirección mostrada sea correcta. Esta probabilidad de corrección puede derivarse del valor de la función de búsqueda en el mínimo detectado. Por ejemplo, puede determinarse multiplicando este valor de la función de búsqueda por un parámetro de ponderación.

30

35 El ángulo de incertidumbre de dirección se visualiza aquí mediante el uso de las líneas 332, que se originan en el centro del círculo 339 y que avanzan a lo largo de la flecha 331. La distancia de las líneas 332 a la flecha 331 indica el ángulo de incertidumbre de dirección.

40

Una segunda dirección se muestra mediante una línea 333, que apunta en la dirección detectada. Alrededor de la línea 333, se visualiza un área sombreada 334 que indica el ángulo de incertidumbre de dirección. En lugar de usar sombreado, también pueden utilizarse diferentes colores o diferentes patrones para indicar el ángulo de incertidumbre de dirección. Además, puede mostrarse una probabilidad de la dirección detectada utilizando un sombreado que pierde intensidad a medida que disminuye la distancia a la línea 333.

45

Además, se representa una tercera dirección mediante el uso de una línea 335, que también se origina en el centro del círculo 339. Al final de la línea 335, se muestra un círculo 336 que representa el ángulo de incertidumbre de dirección. El tamaño del círculo 336 indica el ángulo de incertidumbre de dirección. De la misma manera, se visualiza una cuarta dirección de una señal entrante mediante el uso de una línea 337 y un círculo 338 al final de la línea. En comparación, el ángulo de incertidumbre de dirección indicado por el círculo 338 es mucho mayor que el ángulo de incertidumbre de dirección indicado por el círculo 336.

50

También aquí, la longitud de las líneas 335, 337 corresponde a la probabilidad de que la dirección individual detectada sea correcta. En caso de que tal dirección detectada no sea correcta, puede deberse a un alto nivel de ruido o a reflejos.

55

Alternativamente, la longitud de las líneas 333, 335, 337 y de las flechas 331 también puede ser proporcional a una potencia de señal recibida o a la inversa de la potencia de señal recibida o una distancia de la fuente de señal o a la inversa de la distancia de la fuente de señal. En una alternativa adicional, todas las longitudes de las líneas 333, 335, 337 y de las flechas 331 son idénticas.

5 En la figura 6, se muestra una realización del método de medición de la invención. En una primera etapa, se seleccionan varias antenas del número total de antenas disponibles para el procesamiento. Esta etapa 100 es una etapa opcional. Deben usar al menos dos antenas para poder detectar una dirección de una señal entrante. Usar más antenas al mismo tiempo da lugar a una mayor precisión de detección, pero aumenta significativamente la potencia de procesamiento necesaria. Además, seleccionando un número mayor de antenas utilizadas, puede lograrse un ángulo de búsqueda mayor como se representa en la figura 2.

10 En una segunda etapa 101, se realiza una medición. La señal detectada por cada antena empleada se registra. En una tercera etapa 102, se calcula una dirección a partir de las señales recibidas. Para realizar este cálculo de dirección, se realiza una comparación de las señales recibidas con las señales prealmacenadas y las direcciones correspondientes. Para esto, se utiliza una función de búsqueda. El mínimo de esta función de búsqueda da como resultado la dirección detectada.

15 En una cuarta etapa 103, se calcula una incertidumbre de dirección determinando la pendiente de la función de búsqueda en el área del mínimo detectado. A partir de esta pendiente, se calcula el ángulo de incertidumbre de dirección. En una quinta etapa 104, se visualizan la dirección detectada y el ángulo de incertidumbre de dirección detectado. Con respecto al procesamiento real, se hace referencia a las elaboraciones con respecto a las figuras 2-5.

20 La invención no está limitada a ciertos tipos de señales electromagnéticas. Además, la invención no está limitada a un número específico de antenas.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de medición para la búsqueda de la dirección de una señal electromagnética, que comprende:

- 5 – un elemento de antena (2) con al menos dos antenas (20-25) para recibir la señal electromagnética,
- medios de visualización (33),
- medios de procesamiento (3) para determinar la dirección de la señal electromagnética, y
- medios de determinación de la incertidumbre de dirección (322) para determinar un ángulo de incertidumbre de dirección de la dirección de la señal electromagnética,

10 en el que los medios de procesamiento (3) están configurados para

- visualizar un primer círculo (339) que indica un área de búsqueda en los medios de visualización (33),
- 15 – visualizar la dirección de la señal electromagnética como una línea (335, 337) que se origina en el centro del primer círculo (339) y que señala en la dirección de la señal electromagnética en los medios de visualización (33), y
- visualizar el ángulo de incertidumbre de dirección como un segundo círculo (336, 338) conectado al final de dicha línea (335, 337) en los medios de visualización, estando el origen de la línea en el centro del primer círculo, y por lo que el tamaño del segundo círculo indica el ángulo de incertidumbre de dirección.

20 2. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 1,

caracterizado por que

los medios de procesamiento comprenden un banco de datos de direcciones (321) que contiene datos prealmacenados que relaciona señales de salida de elementos de antena con direcciones de señales electromagnéticas, y los medios de procesamiento (3) están configurados para determinar la dirección de la señal electromagnética realizando una búsqueda de la mayor coincidencia de las señales de salida de los elementos de antena presentes, resultantes de la señal electromagnética, con las señales de salida de los elementos de antena prealmacenadas en el banco de datos de direcciones (321).

30 3. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 2,

caracterizado por que

la búsqueda se realiza utilizando una función de búsqueda, y la función de búsqueda es una función χ^2 o una función de máxima verosimilitud o se basa en una densidad de ruido.

35 4. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 3,

caracterizado por que

los medios de determinación de la incertidumbre de dirección (322) están configurados para determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda.

40 5. Dispositivo de medición de acuerdo con la reivindicación 4,

caracterizado por que

los medios de determinación de la incertidumbre de dirección (322) están configurados para determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda determinando una pendiente de la función de búsqueda en la dirección de la señal electromagnética.

45 6. Dispositivo de medición de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 5,

caracterizado por que

los medios de determinación de la incertidumbre de dirección (322) están configurados para determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda determinando una distancia angular de dos muestras de la función de búsqueda que tienen una distancia preestablecida de los valores de la función de búsqueda respectiva a un valor de la función de búsqueda de la dirección de la señal electromagnética.

7. Método para la búsqueda de la dirección de una señal electromagnética, con las siguientes etapas:

- 55 – determinar la dirección de la señal electromagnética,
- visualizar un primer círculo (339) que indica un área de búsqueda,
- visualizar la dirección de la señal electromagnética como una línea (335, 337) que se origina en el centro del primer círculo (339) y señala en la dirección de la señal electromagnética,
- determinar un ángulo de incertidumbre de dirección de la dirección de la señal electromagnética, y
- 60 – visualizar el ángulo de incertidumbre de dirección como un segundo círculo (336, 338) conectado al final de dicha línea (335, 337), con el origen de la línea en el centro del primer círculo, y por lo que el tamaño del segundo círculo indica el ángulo de incertidumbre de dirección.

8. Método de acuerdo con la reivindicación 7,

caracterizado por que

el método comprende determinar la dirección de la señal electromagnética realizando una búsqueda de la mayor coincidencia de las señales de salida de los elementos de antena presentes que resultan de la señal electromagnética y de los datos almacenados previamente que relacionan las señales de salida de los elementos de antena con direcciones de señales electromagnéticas dentro de un banco de datos de direcciones (321)

5 9. Método de acuerdo con la reivindicación 8,
caracterizado por que
la búsqueda se realiza utilizando una función de búsqueda, y la función de búsqueda es una función χ^2 o una función de máxima verosimilitud o se basa en una densidad de ruido.

10 10. Método de acuerdo con la reivindicación 9,
caracterizado por que
el método comprende determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda.

15 11. Método de acuerdo con las reivindicaciones 9 o 10,
caracterizado por que
el método comprende determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda determinando una pendiente de la función de búsqueda en la dirección de la señal electromagnética.

20 12. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11,
caracterizado por que
el método comprende determinar el ángulo de incertidumbre de dirección a partir de la función de búsqueda determinando una distancia angular de dos muestras de la función de búsqueda que tienen una distancia preestablecida de los valores de la función de búsqueda respectiva a un valor de función de búsqueda de la
25 dirección de la señal electromagnética.

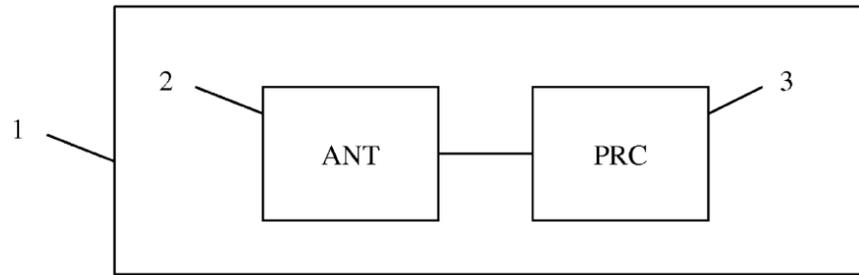


Fig. 1

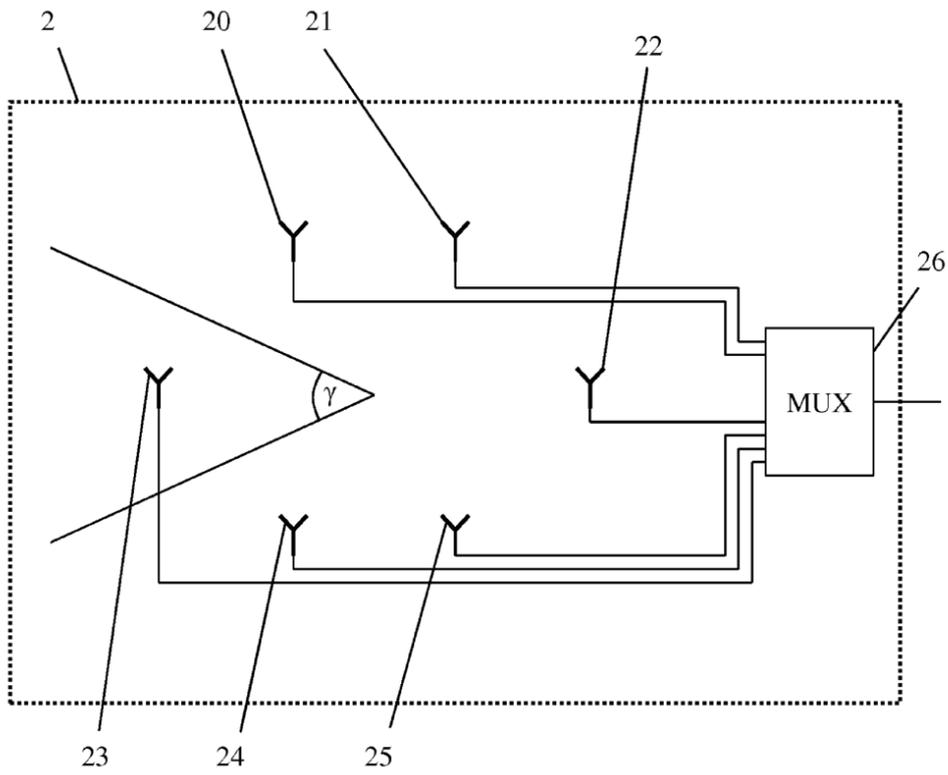


Fig. 2

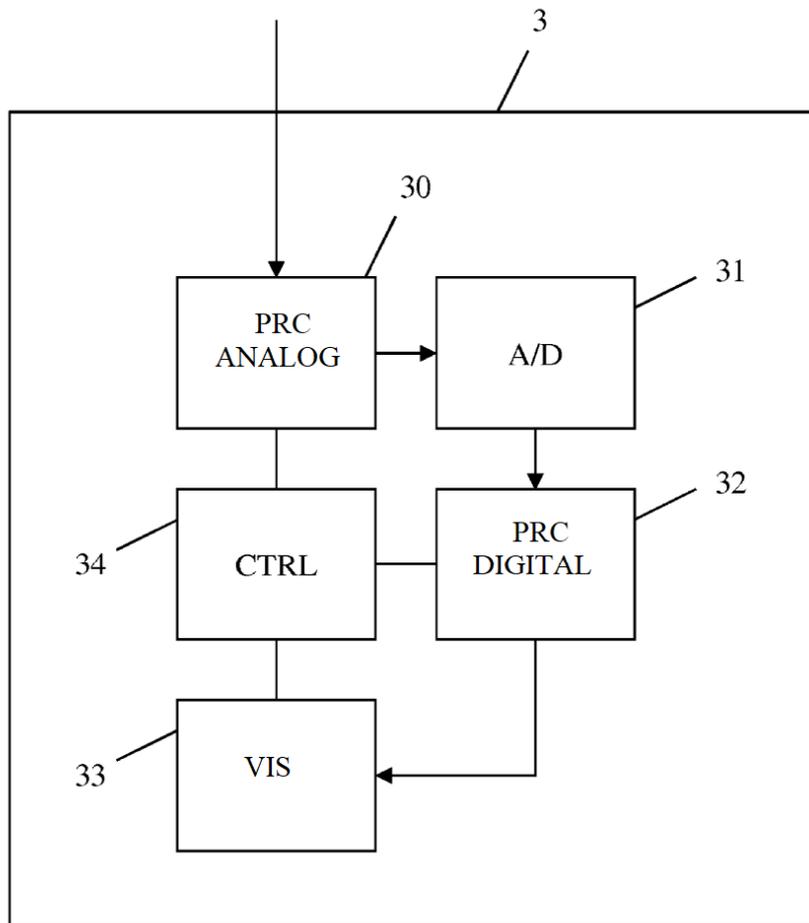


Fig. 3

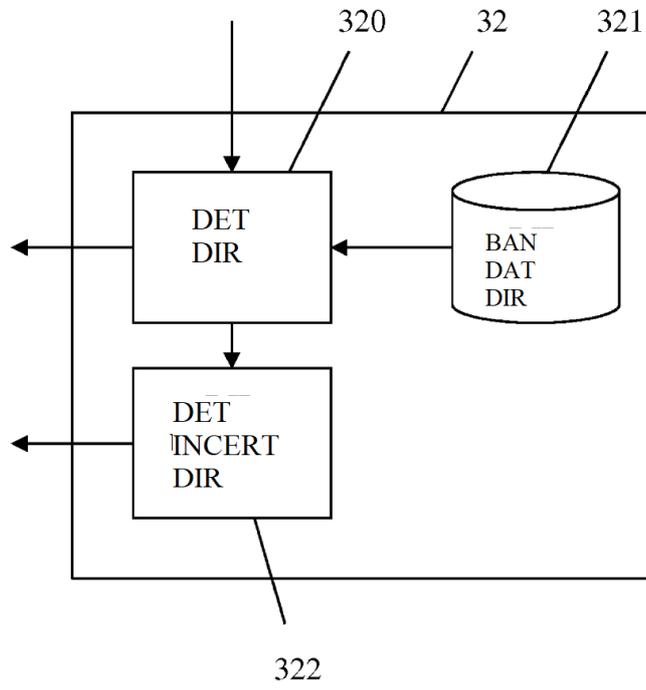


Fig. 4

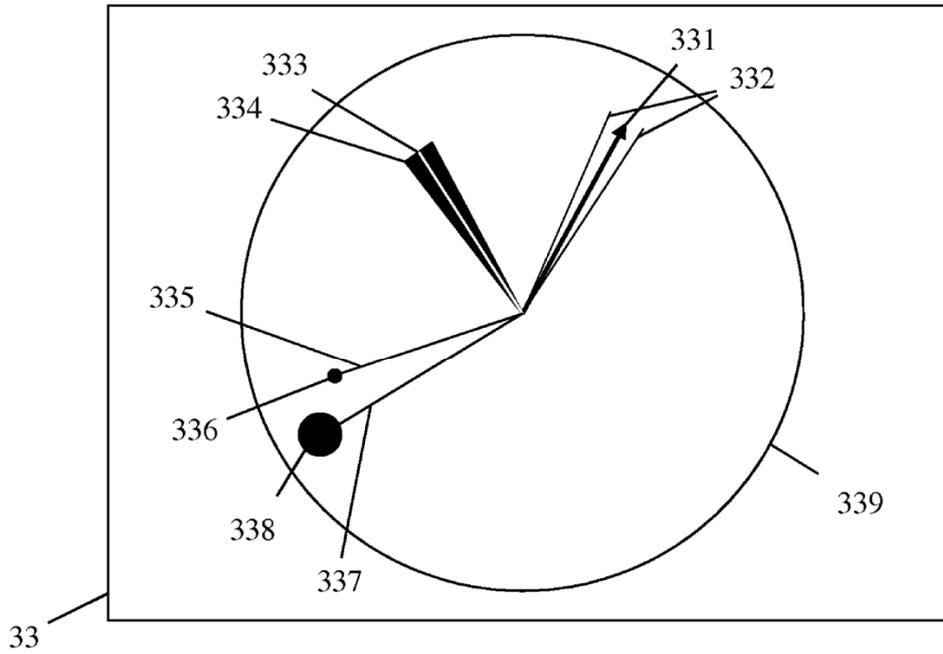


Fig. 5

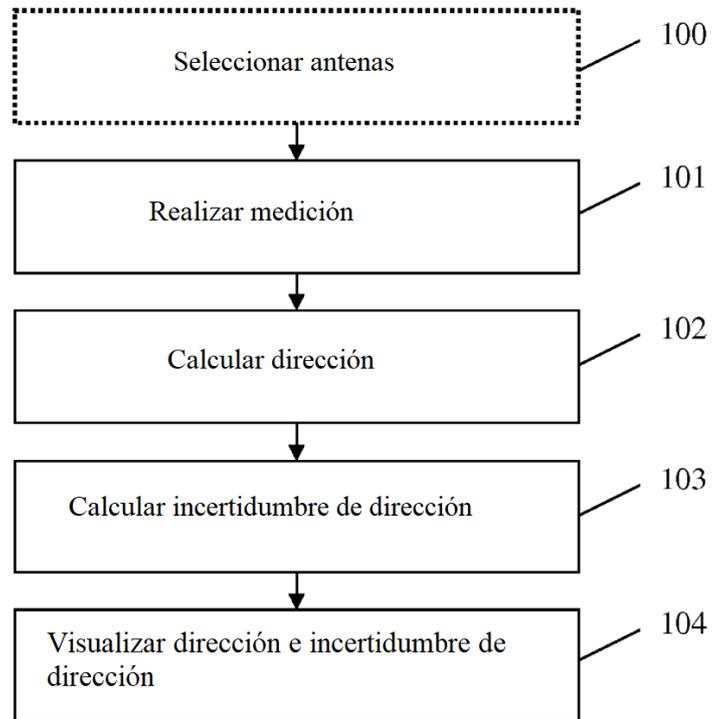


Fig. 6