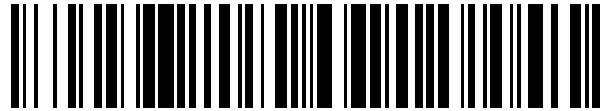


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 547 921**

51 Int. Cl.:

**H01Q 1/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2012 E 12729333 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2015 EP 2727180**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar y almacenar la posición y la alineación de estructuras de antena**

30 Prioridad:

**01.07.2011 AT 9662011**

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

**09.10.2015**

73 Titular/es:

**NEUBAUER, THOMAS (100.0%)  
Wimberggasse 21/17  
1070 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**NEUBAUER, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

**ES 2 547 921 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 dispositivo para determinar y almacenar la posición y la alineación de estructuras de antena

La presente invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para determinar la posición y la alineación de estructuras de antena.

5 Un sistema de telefonía móvil incluye típicamente una o varias estaciones base que posiblemente están conectadas entre sí mediante otros elementos de red como, por ejemplo, centros de conmutación o pasarelas. Cada una de estas estaciones base abastece de forma radioeléctrica a una determinada región - una denominada célula de radio. Terminales dentro de una célula establecen una conexión con el sistema de telefonía móvil mediante una o varias antenas de una o varias estaciones base. Las antenas están instaladas habitualmente en estructuras lo más altas posibles, por ejemplo, en techos de viviendas y edificios, torres o mástiles propios.

10 La alineación de antenas y estructuras de antena puede tener un efecto importante sobre el abastecimiento, la calidad, la capacidad y las tasas de transmisión de datos máximas de un sistema de telefonía móvil. La influencia de la alineación de antena en el abastecimiento de radio está descrita, por ejemplo, en *Esmael Dinian et al, "UMTS Radio Interface System Planning and Optimization", Bechtel Telecommunications Technical Journal, December 2002, Vol. 1, No 1, PP 1-10* o en *Jaana Laiho, "Radio Network Planning and Optimization for UMTS", Second Edition, John Wiley and Sons 2006, Chapter 9 (Advanced Analysis Methods and Radio Access Network Autotuning), PP 505-569*.

15 Mediante la optimización de la alineación de antena en sistemas de radio resultan una serie de ventajas como, por ejemplo, una mejora del abastecimiento, una reducción de la emisión de interferencias, un aumento del alcance y/o un aumento de la capacidad de un sistema de telefonía móvil.

20 Para poder realizar una optimización correspondiente de estas alineaciones de antena tanto en el caso de emisión como en el caso de recepción es necesario determinar las magnitudes características correspondientes (por ejemplo, la potencia de señal recibida, la interferencia, la tasa de transmisión de datos, la tasa de errores de bits) en el receptor. En general existen para ello diferentes posibilidades para la medición como, por ejemplo, desplazamientos de medición, mediciones de receptores de referencia, mediciones de los terminales en cada acontecimiento (evento) como, por ejemplo, un establecimiento de conversación, un traspaso, un cambio de la célula de abastecimiento más potente, etc. Las mediciones se pueden realizar durante una conexión activa o pasiva de manera correspondiente al respectivo procedimiento estandarizado. Actualmente se utilizan principalmente sistemas estandarizados como, por ejemplo, el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM), el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) o la Evolución a Largo Plazo (LTE) para la transmisión de telefonía móvil. Sin embargo, una optimización de la alineación de antena es un problema que puede aparecer en todos los sistemas de radio independientemente de si está estandarizado o si es propietario.

25 La dirección de conexión de radio en la que emite la estructura de antena hacia el aparato receptor, el usuario, se denomina trayecto descendente (enlace descendente). La dirección inversa en la que la estructura de antena se encuentra en el lado receptor y el propio usuario emite, a su vez, se denomina trayecto ascendente (enlace ascendente).

En el trayecto descendente se puede concluir la amortiguación de trayecto del canal de telefonía móvil debido a las mediciones, la posición captada de los respectivos puntos de medición (por ejemplo, mediante una localización GPS en desplazamientos de medición) así como la posición, la alineación y la potencia de emisión en la antena emisora.

30 La potencia de recepción resulta debido a la potencia enviada en la dirección del punto de medición. Por tanto, depende mucho de la alineación de la antena. La amortiguación de trayecto (propiedades de propagación del canal de telefonía móvil) es independiente de la potencia de emisión y, por tanto, se puede determinar - conociendo la potencia de emisión, la alineación de antena y la estructura (ganancia de antena) así como la potencia de recepción medida.

35 Basándose en la amortiguación de trayecto así determinada se puede realizar una mejora de la alineación de la estructura de antena que tiene como objetivo la mejora del abastecimiento, la reducción de las interferencias, el aumento del alcance, de la capacidad o de la tasa de transmisión de datos, etc.

40 La potencia de emisión es conocida en el sistema y se puede consultar de manera relativamente sencilla. El tipo de la antena es conocido típicamente, ya que todos los fabricantes de antena proporcionan diagramas de antena correspondientes. También son conocidos los valores de recepción debido a las mediciones. Por tanto, es muy importante para la optimización de parámetros de antena el hecho de que los datos originales con respecto a la posición y la alineación en la base de datos en la que se basa la optimización correspondan a los valores realmente implementados en el sistema.

45 Por ejemplo, debido a influencias exteriores, en particular debido a viento y condiciones climatológicas, a un montaje incorrecto o similares, se pueden producir una y otra vez desplazamientos no deseados de la alineación de antena.

La optimización de parámetros de antena se realiza tanto en el establecimiento de una red de telefonía móvil, en la ampliación, esto es, la adición de nuevas instalaciones de emisión – pudiéndose optimizar tanto las nuevas alineaciones de antena como las alineaciones de las instalaciones de emisión circundantes – como continuamente durante el funcionamiento para maximizar el abastecimiento y minimizar las perturbaciones e interferencias debido al tráfico de datos que aumenta permanentemente.

Para captar la posición y la alineación de estructuras de antena y para almacenar en bases de datos están disponibles diferentes posibilidades de acuerdo con el estado de la técnica.

Un método habitual para captar la posición y la alineación de estructuras de antena es la medición en sitio de la posición mediante un sistema GPS (x, y, z), la determinación de la alineación de azimut mediante una brújula así como la determinación de la inclinación de antena mediante aparatos de medición de ángulo de inclinación.

Sin embargo, estos métodos tienen una serie de inconvenientes prácticos como, por ejemplo:

- Limitaciones de acceso para instalaciones de emisión durante el funcionamiento: sin un apagado no se debe medir en proximidad inmediata de las antenas. Además, el acceso a estos objetos no es posible en parte o sólo es posible de forma muy limitada, por ejemplo, en el caso de torres de electricidad, viviendas privadas, instalaciones de emisión que se comparten con otros operadores – lo que implicaría un apagado de todas las redes, etc. Por tanto, una medición posterior implica muchos costes y dura mucho tiempo.
- Costes elevados: incluso cuando se permite el acceso, la medición exacta requiere, por regla general, un personal cualificado y, con ello, caro, por ejemplo, precauciones de seguridad para escalar a un mástil, etc.
- Errores en la lectura manual: debido a la lectura manual de datos de medición son posibles errores.
- Interferencias del campo magnético en proximidad inmediata de los mástiles de emisión metálicos: por tanto, una brújula no indica siempre el Norte en el campo cercano electromagnético de una instalación de emisión. De este modo se producen errores de medición tanto sistemáticos como aleatorios.
- Introducción errónea de los datos en la base de datos: los datos se introducen casi exclusivamente de forma manual en una base de datos. Incluso cuando, con ello, los datos se leen correctamente, la introducción manual constituye una fuente de errores adicional.

El documento DE 102005040414 da a conocer un procedimiento para determinar la alineación de una antena que comprende la captura de una imagen digital para determinar la dirección geográfica de rayo de la antena.

La invención se basa en el objetivo de presentar un procedimiento y un dispositivo con los que se posibilite de manera eficaz una determinación de la posición y de la alineación de una estructura de antena.

Esto se consigue de acuerdo con la invención mediante el cálculo de la alineación de antena basándose en características de la imagen digital captada de la antena y datos adicionales que se pueden medir desde un lugar de medición alejado de la antena.

De este modo se posibilita una medición de alineación sin un acceso directo a la antena.

De acuerdo con la invención se proporciona un procedimiento para determinar la alineación de una antena que comprende las siguientes etapas: captar una imagen digital de una antena con una cámara en un lugar de medición, determinar la posición relativa del lugar de medición con respecto a la antena, determinar el tamaño de la antena y calcular la alineación de la antena basándose en características de la imagen digital captada, de la posición relativa determinada y del tamaño de la antena.

De acuerdo con la invención se proporciona además un dispositivo para determinar la alineación de una antena con una unidad de cálculo de alineación para determinar la alineación de una antena basándose en características de una imagen digital captada en un lugar de medición con una cámara, de la posición relativa del lugar de medición con respecto a la antena y del tamaño de la antena.

La determinación de la posición relativa comprende preferiblemente una medición de la posición del lugar de medición y una medición de la distancia entre el lugar de medición y/o una medición de la dirección en la que se midió la distancia. El lugar de medición es el lugar (punto de medición, posición de medición) en el que se realizan la medición de la posición relativa y la captura de la imagen de antena.

La determinación de la posición relativa puede comprender, por ejemplo, además la alineación de un dispositivo para la medición de distancia con un dispositivo de visualización para visualizar el objetivo de modo que la antena se visualiza en el dispositivo de visualización, debiendo realizarse la alineación por parte de un usuario en el lugar de medición. La determinación puede comprender además la medición de la alineación del dispositivo y de la distancia entre el dispositivo y la antena. El dispositivo puede ser, por ejemplo, un aparato de medición de distancia basado en láser.

Una parte del procedimiento y/o una función del dispositivo de acuerdo con uno de los ejemplos de realización puede comprender el marcado de puntos previamente definidos de la antena por parte del usuario en el dispositivo de visualización o en la imagen digital captada, realizándose el cálculo de la alineación de la antena basándose en los puntos marcados y en la distancia y la alineación medidas del dispositivo. Los puntos previamente definidos pueden ser, por ejemplo, las esquinas de una antena rectangular y/o una pluralidad de puntos sobre los cantos del contorno de antena. El usuario puede marcar éstos mediante un cursor. De forma alternativa se le puede visualizar al usuario en el dispositivo de visualización del dispositivo un marco cuyo tamaño se puede ajustar. El usuario puede adaptar entonces la forma y el tamaño del marco y enmarcar la antena con el marco.

Las características de la imagen digital pueden ser puntos previamente determinados (y/o la posición relativa de unos con respecto a otros) de la antena captada en la imagen, y el cálculo de la alineación de la antena se puede realizar mediante una transformación de coordenadas.

La determinación del tamaño de la antena comprende de manera conveniente la extracción de los datos técnicos de la antena de una base de datos basándose en la imagen de la antena y/o en la posición de la antena y/o en una entrada de usuario.

La alineación calculada de la antena y/o de la imagen captada se puede almacenar en una base de datos. Ésta puede formar parte del dispositivo de acuerdo con la invención o se puede conectar con el dispositivo (mediante un cable o una conexión de radio).

La posición del lugar de medición se puede determinar mediante un receptor GPS u otros métodos. Por ejemplo, la posición también se puede marcar manualmente en un mapa y, por tanto, se pueden introducir puntos de referencia y la posición o se puede elegir un lugar de medición con coordenadas conocidas. El receptor GPS puede formar parte del dispositivo de acuerdo con la invención o el dispositivo puede incluir una conexión para conectar el receptor GPS.

La presente invención se puede implementar mediante un programa que se puede ejecutar en un ordenador. El programa realiza el cálculo de la alineación de la antena. La captura de la imagen, la medición de posición y/o la medición de distancia se pueden realizar mediante aparatos externos y los datos así determinados se pueden proporcionar al programa. El tamaño (las medidas) de la antena también se puede proporcionar al programa desde una base de datos externa.

Sin embargo, de acuerdo con la invención, los aparatos de medición anteriormente mencionados también se pueden conectar con el ordenador y, con ello, formar un sistema de medición.

Sin embargo, el dispositivo de acuerdo con la invención también puede comprender algunos de los componentes anteriormente mencionados y se puede conectar con otros componentes.

De acuerdo con un ejemplo de realización adicional se proporciona un programa informático que implementa las características del procedimiento de acuerdo con la invención. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento, por ejemplo, un disco óptico (CD, DVD, BD, etc.), en un disco duro, en un lápiz USB o similares.

Detalles, ventajas y características adicionales de la invención resultan de la siguiente descripción y de los dibujos a los que se hace referencia expresamente con respecto a la divulgación de todos los detalles no descritos en el texto.

Muestran:

- La figura 1 una transformación de coordenadas,
- La figura 2 de manera esquemática, un trayecto descendente de una transmisión radioeléctrica con una torre de antenas, una configuración de 3 sectores con una alineación de antena, un diagrama de antena asociado y un receptor,
- La figura 3 un ejemplo de un dispositivo de acuerdo con la invención para determinar la alineación de antenas,
- La figura 4 una representación esquemática de una estructura de antena montada sobre una torre, en la que se puede determinar la alineación mediante la distorsión de los puntos de imagen desde el punto de referencia (puntos de esquina de la estructura de antena) y
- La figura 5 un ejemplo de los bloques funcionales lógicos de acuerdo con la presente invención.

La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para determinar la alineación de estructuras de antena de modo que se puede conseguir una optimización y, por tanto, una mejora del abastecimiento, un aumento del número de los usuarios que se pueden abastecer, un incremento de las tasas de transmisión de datos y un incremento de la capacidad. También se puede determinar la posición de la antena.

En particular se proporcionan un procedimiento y un dispositivo para determinar y almacenar automáticamente la posición y la alineación de estructuras de antena de modo que se puede conseguir una optimización y, por tanto,

una mejora del abastecimiento, un aumento del número de los usuarios que se pueden abastecer y un incremento de la capacidad. La determinación de la posición de partida y la orientación de las estructuras de antena se pueden realizar de manera automatizada desde el nivel de carretera sin que sean necesarias una búsqueda y una medición caras de la posición y la alineación de la antena directamente en el lugar de instalación y realizándose el almacenamiento de los datos de forma automatizada.

5 Así se pueden usar como base la posición absoluta del punto de referencia (punto de medición), la orientación del dispositivo de medición hacia la estructura de antena, la distancia espacial entre el punto de medición y la antena, las medidas reales de la antena y puntos de medición de imagen en la antena en sí para determinar la posición y la alineación de la estructura de antena.

10 Basándose en los puntos de medición de imagen de la estructura de antena, las medidas conocidas de la antena y la distorsión de la estructura de antena desde el punto de observación (punto de referencia) se determina de acuerdo con la invención la orientación de la estructura de antena.

15 Tanto la posición (x, y, z) como la alineación (azimut, inclinación y torsión) de la antena se pueden calcular mediante el procedimiento de acuerdo con la invención o mediante el dispositivo de acuerdo con la invención y se pueden almacenar mediante un registro de datos electrónico automático y una transmisión a una base de datos desde la que están disponibles para usos adicionales, por ejemplo, para la verificación del resultado de medición en un mapa digital, por ejemplo, Google Earth, etc.

20 La técnica de acuerdo con la invención tiene algunas ventajas con respecto a las técnicas convencionales. Se puede aplicar de forma ilimitada por las condiciones de propagación de ondas electromagnéticas y, por tanto, de la misma manera para entornos urbanos hasta rurales. No existen suposiciones con respecto al diagrama de alineación del grupo de antenas de modo que no existen limitaciones algunas. No existen suposiciones algunas con respecto al intervalo de frecuencias en el que se utiliza la invención. No existen suposiciones con respecto a la tecnología de acceso en la interfaz de radio de modo que no existen limitaciones algunas a un procedimiento dúplex por división de frecuencia, tiempo o código.

25 No se hacen suposiciones algunas con respecto a la resolución o la precisión de la posición y de la alineación de modo que no existen limitaciones algunas. No se hacen limitaciones algunas con respecto a la determinación del punto de referencia para las mediciones, esto es, ni con respecto a si éste se determina mediante GPS ni con respecto a si éste se determina mediante métodos similares. No se hacen suposiciones algunas con respecto al calibrado de la alineación del punto de referencia tanto en el plano horizontal (azimut) como en el plano vertical (ángulo de inclinación) de modo que no existen limitaciones algunas. No se hacen suposiciones algunas con respecto a la manera en la que se mide la distancia de modo que no existen limitaciones algunas. Por ejemplo, se pueden utilizar diferentes métodos tales como interferometría óptica, mediciones de tiempo de propagación, etc. No se hacen limitaciones algunas con respecto a qué método se utiliza para crear una imagen de la estructura de antena. Así, por ejemplo, se puede utilizar un sensor fotográfico integrado, aunque también una cámara réflex digital comercial o una cámara compacta económica. No se hacen limitaciones algunas con respecto a qué métodos del procesamiento digital de imágenes, de la fotogrametría, de transformaciones de coordenadas, de la detección de patrones o similares se utilizan para determinar la alineación de la estructura de antena debido a una imagen.

35 No se hacen suposiciones algunas con respecto al número de los puntos de medición para la determinación de la alineación de la estructura de antena. No se hacen suposiciones algunas con respecto a la selección de los puntos de medición para la determinación de la alineación de la estructura de antena. No se hacen suposiciones algunas con respecto al tipo de las estructuras de base de datos de los datos de posición y alineación a almacenar. No se hacen suposiciones algunas con respecto a qué datos se registran y se almacenan de modo que no existen limitaciones algunas. No se hacen suposiciones algunas con respecto al tipo de las interfaces para la transmisión de los datos a la base de datos de modo que no existen limitaciones algunas. No se hacen suposiciones algunas con respecto al tipo de la georreferenciación de los datos de posición de la estructura de antena.

40 En la figura 2 se representan los componentes fundamentales para la determinación de la amortiguación de trayecto (pathloss), calculándose ésta de la siguiente manera:

$$Pathloss_{sector} = P_{TX} - P_{RX} + G_{ant} - G_{mask f(alineación de antena)}$$

45 A este respecto se envía la potencia  $P_{TX}$  de la antena 211 con la ganancia de antena  $G_{ant}$  en la dirección 240 del receptor 230. Debido a la posición y la alineación de la antena 211 con respecto a la posición del receptor 230 en combinación con el diagrama de alineación de antena 220 resulta una característica de irradiación dependiente de la dirección y una ganancia  $G_{mask f(alineación de antena)}$ . La potencia en el receptor 230 se mide y está disponible (por ejemplo, desplazamientos de medición, mediciones móviles geolocalizadas, etc.), igual que la posición del receptor (por ejemplo, GPS, otros métodos diferentes en el estado de la técnica). De este modo se puede calcular la amortiguación de trayecto independiente de antenas y de potencia a la que se recurre para una optimización siguiente de la alineación de la antena emisora.

Son fundamentales para la determinación correcta de la amortiguación de trayecto la posición y la orientación de la antena emisora 211. Si ésta es incorrecta, entonces los resultados de la optimización pueden ser de baja calidad o

simplemente incorrectos, de modo que no se puede conseguir una mejora o sólo se puede conseguir una mejora ligera. En el caso de valores de partida incorrectos son también posibles deterioros de la calidad y capacidad de la red de telefonía móvil.

5 La figura 3 muestra de manera esquemática la estructura de medición. El aparato de medición 310 se encuentra en la posición de referencia. Esta posición de referencia se determina mediante un calibrado automático de la posición  $(x_1, y_1, z_1)$  así como la determinación automática de la alineación (azimut, inclinación y giro, esto es,  $(\omega_{x1}, \omega_{y1}, \omega_{z1})$ ) durante la medición en el objetivo 330.

10 El aparato de medición 310 incluye dispositivos técnicos para la determinación de la posición  $(x_1, y_1, z_1)$ , la medición de distancia 320, para la determinación de la alineación (azimut, inclinación, giro) con respecto al objetivo  $(\omega_{x1}, \omega_{y1}, \omega_{z1})$  así como para la determinación de imágenes del objetivo 330.

15 Partiendo del punto de referencia se mide el objetivo, la estructura de antena 330, que posiblemente se encuentra sobre una vivienda 340 o una torre o similares. Mediante la medición de distancia 320 se determina la distancia con respecto al objetivo. Mediante la posición y la alineación u orientación del punto de referencia en la dirección del objetivo  $(\omega_{x1}, \omega_{y1}, \omega_{z1})$  así como la medición de distancia 320 precisa entre el punto de referencia y el objetivo se puede determinar de forma unívoca y exacta la posición  $(x_2, y_2, z_2)$  de la estructura de antena 330.

20 Además, la cámara integrada o conectada en el aparato de medición crea una imagen del objetivo y de las estructuras de antena incluidas en el mismo. A este respecto, la cámara no tiene que estar conectada directamente al aparato de medición 310 sino también puede transmitir las imágenes, que se captan desde la posición del aparato de medición, mediante una tarjeta de datos o una conexión de radio a la unidad de cálculo. La unidad de cálculo, a su vez, puede estar integrada directamente en el aparato de medición 310 o puede estar conectada a éste o puede incluir las informaciones necesarias mediante otros métodos de transmisión de datos, por ejemplo, una conexión de radio, una tarjeta de datos, una introducción manual o similares.

25 La alineación de la estructura de antena se determina a continuación mediante un procesamiento digital de imágenes, una identificación de patrones, una medición de imágenes o tecnologías similares, sirviendo la imagen captada por el aparato de medición 310 como base. Este cálculo se realiza, por ejemplo, mediante métodos de las transformaciones de coordenadas conformes tridimensionales, por lo que se pueden determinar los parámetros de rotación  $(\omega_{x2}, \omega_{y2}, \omega_{z2})$  de la estructura de antena. A partir de ello se pueden calcular la posición absoluta y la orientación de la estructura de antena.

30 Los programas necesarios para el cálculo se realizan directamente en el aparato de medición 310 o en un ordenador 380 conectado al aparato de medición. A este respecto, la transmisión de datos 362 al ordenador 380 se puede realizar de forma fijamente conectada o también mediante interfaces de radio, tarjetas de datos o similares.

35 La orientación y la alineación así determinadas se almacenan automáticamente en un soporte de datos 360 junto con la posición de la estructura de antena mediante métodos de procesamiento de datos electrónicos 361, 363. Esto pueden ser tanto memorias de datos integradas en el aparato de medición como bases de datos en línea, servidores web, etc. Por tanto, la transmisión de datos 363 puede estar realizada integrada en el aparato de medición 310, de forma alámbrica o mediante tecnologías de radio.

40 Como consecuencia, los datos así registrados, determinados y almacenados se pueden almacenar, gestionar y visualizar en una aplicación de software adicional y/o en un dispositivo de hardware 370 mediante métodos de transmisión de datos electrónicos 371 que pueden estar realizados tanto con una conexión fija como mediante interfaces de radio. Por ejemplo, los datos determinados se pueden visualizar en la aplicación "Google Earth" en un material de mapa actual y se pueden someter a una comprobación de plausibilidad. Otro ejemplo sería la integración directa en aplicaciones de software para un inventario de infraestructura, bases de datos de aplicaciones de software de planificación, etc.

45 De acuerdo con uno de los ejemplos de realización se determinan la posición y la alineación basándose en mediciones que se realizan desde un punto de referencia (punto de medición) cuya posición se puede determinar automáticamente, determinándose mediante mediciones de distancia del punto de referencia con respecto a la respectiva estructura de antena y un procesamiento de imágenes electrónico la posición absoluta y la alineación de la estructura de antena.

50 Además, los datos así determinados con respecto a la posición y la alineación de la estructura de antena se pueden transmitir mediante una interfaz directamente a una base de datos (por ejemplo, una base de datos en línea, un servidor web, o a las bases de datos de programas de software habituales en el mercado para la planificación y optimización de redes de telefonía móvil), proporcionándose una georreferenciación absoluta (por ejemplo, datos GPS, WGS 84, etc.) de los emplazamientos.

55 Es conocido de manera correspondiente al estado de la técnica que datos de posición se pueden medir mediante GPS. Además, son conocidos métodos que posibilitan una orientación espacial automática de un plano o la fijación de un sistema de coordenadas correspondiente en el espacio mediante una rotación y elevación y torsión (por ejemplo, sensores giroscópicos en teléfonos móviles). Además, son conocidos métodos que posibilitan un calibrado

automático de la posición y de la alineación de un aparato de medición en un punto de medición.

De manera correspondiente al estado de la técnica es conocido que mediciones de distancia son posibles con una alta precisión mediante la tecnología láser. Un ejemplo de un método y un dispositivo para medir la distancia y el ángulo de inclinación con respecto a un objetivo conocidos de acuerdo con el estado de la técnica es el "Lasertype FG 21-LR" de la empresa Riegler Laser Measurement Systems GmbH (véase la ficha técnica del Lasertype FG 21, libremente disponible en [www.riegl.com](http://www.riegl.com)). A este respecto se emiten señales láser pulsadas por el dispositivo. Basándose en el tiempo de propagación de la señal reflejada en el objetivo que se recibe por el dispositivo se determina la distancia. Mediante el aparato de medición de ángulo de inclinación incorporado se determina automáticamente la inclinación con respecto al plano horizontal. Con ello se pueden determinar la distancia y la altura de un objetivo. Un dispositivo de este tipo también se puede emplear para determinar la distancia y la altura de una antena coincidiendo con la presente invención. Son conocidos una serie de métodos de medición en los que se basa la medición de distancia y que también se pueden emplear para la presente invención. Por ejemplo, los siguientes procedimientos son adecuados para determinar datos de distancia:

- Fujima, S. Iwasaki y K. Seta, "High-Resolution Distance Meter using Optical Intensity Modulation at 28 GHz" Meas. Sci. Tech., pp. 1049-1052 (1998).
- G. Bazin y B. Journet, "A New Laser Range-Finder Based on FMCW-Like Method", IEEE. Ins. Measu. Tech. Conference, Bélgica, 4 a 6 de junio, pp. 90-93 (1996).
- Amann et al, "Laser ranging: a critical review of usual techniques for distance measurement", Optical Engineering, vol. 40, n° 1, enero de 2001, pp. 10-19 (2001); Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers.
- K. Maatta, "Profiling of hot surfaces by pulsed time of flight laser range finder techniques", Applied Optics, vol. 32, n° 27, 1993, pp. 5334-5342.
- Ari. Kilpela, "Pulsed Time-of-Flight Laser Range Finder Techniques for Fast, High Precision Measurement Applications", OULU, Sección 2.2.2, "TOF method", 2004. <http://herkules.oulu.fi/isbn9514272625/isbn9514272625.pdf>.
- Ki-Nam Joo, Yunseok Kim y Seung-Woo Kim, "Distance measurements by combined method based on a femtosecond pulse laser," Opt. Express 16, 19799-19806 (2008), <http://www.opticsinfobase.org/abstract.cfm?URL=oe-16-24-19799>.

Para la medición de distancia se utilizan, por ejemplo, láseres que se basan en el método de tiempo de propagación. A este respecto se emite un impulso óptico corto por un aparato. Éste se refleja en el objetivo y se mide el tiempo que pasa hasta la recepción de la señal reflejada. A partir de ello se determina la distancia.

Un método adicional para determinar la distancia es el método de desplazamiento de fase. A este respecto se envía una señal láser modulada con una señal sinusoidal por el emisor. La luz reflejada se compara en el receptor con la señal enviada, siendo el desplazamiento de fase directamente proporcional al desplazamiento de tiempo y, con ello, a la trayectoria.

Además, existen una serie de métodos adicionales en los que, por ejemplo, se emplean señales láser moduladas en frecuencia y tecnologías combinadas mejoradas.

De acuerdo con la invención se analiza la imagen captada de la antena para determinar su alineación. Para ello se pueden aplicar procedimientos conocidos de la fotogrametría, la detección de patrones y la medición de imágenes, métodos de cálculo que pueden determinar la torsión, el desplazamiento y el escalado de coordenadas de imagen de la representación de un punto de objeto en una imagen.

Un ejemplo de ello es la determinación de la transformación de un sistema de coordenadas (x, y, z) en otro sistema de coordenadas (X, Y, Z), estando los sistemas de coordenadas girados uno con respecto al otro. Estos métodos válidos en general para transformaciones conformes tridimensionales están descritos en detalle, entre otras cosas, en las siguientes referencias:

- W. Niemeier, "Ausgleichsrechnung – Statistische Auswertemethoden", 2ª edición, sección 10.2, „Modelle für Koordinatentransformationen“, página 343 y siguientes. De Gruyter – Lehrbuch, Berlín/Nueva York 2008, ISBN: 978-3-11-019055-7,
- Ghilani, C. D. y Wolf, P. R. (2007) "Coordinate Transformations, in Adjustment Computations: Spatial Data Analysis", sección 18.7 (Three Dimensional Conformal Coordinate Transformation), página 380 y siguientes, cuarta edición, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, EEUU, doi: 10.1002/9780470121498.ch18.

La figura 1 muestra el enfoque básico con respecto a cómo se puede emplear un procedimiento de este tipo de acuerdo con la invención. En el ejemplo concreto, la antena se encuentra en un sistema de coordenadas rectangular tridimensional (x, y, z). El punto de medición y, por tanto, el punto de referencia en el origen de coordenadas de la

medición se encuentran en el sistema de coordenadas (X, Y, Z). El punto de referencia en el sistema de coordenadas (x, y, z) que está caracterizado por  $X_0$  puede ser, por ejemplo, un punto de esquina de la antena con respecto al que se mide la distancia desde el punto de medición y desde el punto de referencia del aparato de medición.

- 5 Ambos sistemas de coordenadas están desplazados entre sí ( $X_0, Y_0, Z_0$ ), girados ( $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ ) entre sí y están relacionados entre sí mediante un factor de escala  $m$ . Por tanto, los ángulos  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$  indican el giro de la antena con respecto al punto de medición. Es válido:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{bmatrix} + m \cdot \mathbf{R}(\omega_1, \omega_2, \omega_3) \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix},$$

pudiendo descomponerse la matriz de rotación en:

10 
$$\mathbf{R}(\omega_1, \omega_2, \omega_3) = \mathbf{R}_1(\omega_1), \mathbf{R}_2(\omega_2), \mathbf{R}_3(\omega_3)$$

con

$$\mathbf{R}_1(\omega_1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \omega_1 & \sin \omega_1 \\ 0 & -\sin \omega_1 & \cos \omega_1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}_2(\omega_2) = \begin{bmatrix} \cos \omega_2 & 0 & -\sin \omega_2 \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \omega_2 & 0 & \cos \omega_2 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}_3(\omega_3) = \begin{bmatrix} \cos \omega_3 & \sin \omega_3 & 0 \\ -\sin \omega_3 & \cos \omega_3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- 15 A partir de estas relaciones, la determinación de las dimensiones en la imagen, el conocimiento acerca de las dimensiones reales de la antena y un número mínimo de puntos de medición para la solución del sistema de ecuación se puede determinar la matriz de rotación (véanse las referencias anteriormente mencionadas). A partir de ello se pueden calcular los ángulos de torsión de la antena con respecto al sistema de referencia del punto de medición. La posición  $X_0, Y_0, Z_0$  corresponde a la posición absoluta medida de la antena que, por ejemplo, puede estar definida como punto de esquina de la estructura de antena.
- 20

Los procedimientos anteriormente mencionados son sólo un ejemplo para la determinación de los ángulos de torsión de la antena. Son posibles otros procedimientos.

- Las dimensiones de las antenas son conocidas típicamente. Estos datos se realizan por el fabricante de las antenas en las fichas técnicas y se publican, tal como en el caso de, por ejemplo, las antenas del fabricante Kathrein "Kathrein-Scala, "742215 – 65° Panel Antenna", ficha técnica, libremente disponibles en [www.kathrein-scala.com](http://www.kathrein-scala.com)".
- 25

**Ejemplo de realización de un dispositivo de medición integrado**

En el siguiente ejemplo de realización se describe el caso en el que el cálculo de los datos se realiza directamente en el aparato de medición:

- El usuario monta el dispositivo de medición de acuerdo con la invención en un soporte (por ejemplo, un trípode) y lo enciende. Se determina automáticamente la posición del dispositivo de medición mediante un receptor GPS integrado u otros métodos. Por ejemplo, el punto de medición se puede introducir en un mapa georreferenciado y, por tanto, se pueden determinar las coordenadas. La posición determinada se puede visualizar en una interfaz gráfica de usuario. Una aplicación de software guía al usuario paso por paso por el desarrollo de medición.
- 30

- En primer lugar se tiene que alinear el aparato de medición en la dirección del objeto de medición. Esto se realiza manualmente por parte del usuario enfocando éste mediante un visor previsto para ello y una mira óptica
- 35



correspondiente similar a unos prismáticos o a una cámara réflex digital, el objeto de medición enfocado y, por ejemplo, identificándolo mediante un marcador o un retículo, o la visualización no se realiza mediante un visor o una mira óptica sino directamente en una pantalla similar a la visualización de imágenes de una cámara digital compacta que no tienen un visor propio.

5 El usuario puede enfocar a este respecto uno o varios puntos de esquina de la antena como puntos de medición de referencia. Estos puntos de medición de referencia determinan la posición absoluta de la antena. También se pueden definir varios puntos y se puede determinar a partir de los mismos un punto central. Dado el caso, los puntos se pueden marcar directamente para así detectarse automáticamente en la imagen para la evaluación de medición. Además se puede definir una ventana con un tamaño ajustable que enmarca la antena. Con ello se pueden detectar automáticamente con un procesamiento de imágenes correspondiente la estructura de marco de la antena y los puntos de esquina relacionados con la misma.

10 Una posibilidad adicional es que la detección de marco se base en patrones de desarrollo de color de modo que ésta se puede determinar automáticamente debido a un paso no homogéneo de la antena al medioambiente, por ejemplo, de “gris” de la antena a “azul” del cielo en el fondo. Mediante el marcado de un punto de referencia dentro de la estructura de antena, que también está identificado en la captura de imágenes posterior, se puede realizar así de forma automatizada el color de referencia y, con ello, la detección de marco incluyendo la detección de los puntos de esquina. Técnicas adicionales del procesamiento de imágenes se pueden emplear de forma adicional o autónoma como, por ejemplo, una detección de cantos o procedimientos de reconocimiento de objetos que usan puntos característicos (características previamente definidas). Ejemplos de técnicas de este tipo son conocidos por el estado de la técnica, por ejemplo, por R. Jain *et al.*, “*Machine Visión*”, McGraw-Hill, Inc., ISBN 0-07-032018-7, 1995 (véanse en particular el capítulo 15 para el reconocimiento de objetos, el capítulo 5 para la detección de cantos así como el capítulo 3 para la segmentación de imágenes).

15 En resumen, la presente invención detecta a partir de la imagen digital captada la estructura espacial (por ejemplo, la forma geométrica, el color, etc.) de la antena mediante uno de los procedimientos de procesamiento de imágenes conocidos y/o con ayuda del usuario que puede designar características previamente determinadas de la antena en la imagen digital.

20 Una vez que el objetivo esté captado se realiza la medición de distancia. A este respecto se registran en primer lugar los datos de alineación, es decir, la alineación (azimut), la inclinación y la torsión del dispositivo de medición en la dirección del objeto de medición. A continuación se mide mediante una medición de distancia (por ejemplo, telémetro de gran distancia con un alcance de aproximadamente 100 m, 300 m hasta 1 km – según la realización) la distancia con respecto al punto de referencia, por ejemplo, un punto de esquina inferior en el objeto de medición.

A partir de los valores de referencia de la posición del dispositivo de medición y los valores de medición determinados se determina de forma unívoca la posición del objeto de medición.

30 Mediante la determinación de un punto de referencia en el objeto de medición, por ejemplo, mediante un retículo en la mira óptica o en la pantalla, resulta un punto de referencia para una captura de imágenes. A este respecto se crea y se almacena una imagen del objeto de medición con la mayor resolución posible.

35 El usuario tiene la posibilidad de ampliar la imagen mediante un control por dedo en la pantalla táctil antes de que ésta se guarde. Un software de reconocimiento de contornos calcula los contornos de la estructura de antena y define puntos de medición en la estructura, pudiendo el usuario también definir manualmente posibilidades de adaptación (por ejemplo, el ajuste de contraste, el número y la posición de los puntos de medición). Con ello se pueden establecer puntos de referencia tales como, por ejemplo, puntos de esquina.

40 Estructuras de antena del tipo descrito se documentan exactamente y se publican por el fabricante de las antenas y, por tanto, son conocidas para el operador de la red de telefonía móvil. Debido al conocimiento estructural acerca de la forma de antena (sistemas rectangulares y longitudes de canto conocidas, etc.), las relaciones de ángulo en la imagen, la posición de referencia, la alineación del aparato de medición y la medición de distancia se puede calcular la alineación del sistema de coordenadas en el que se encuentra la antena y, por tanto, la orientación de la antena, mediante métodos de la transformación de coordenadas conforme. Los ángulos de inclinación así calculados se pueden visualizar en la pantalla.

45 El almacenamiento de los datos así obtenidos es la siguiente etapa. A este respecto se le tiene que asignar a la antena una denominación, por ejemplo, un nombre. Esto se puede realizar manualmente o se pueden asignar automáticamente nombres unívocos. De forma ideal se podrían leer directamente datos de referencia existentes, por ejemplo, de una base de datos de inventario, una herramienta de planificación o similares. Así se podrían leer directamente y serían conocidos el nombre de antena, su tipo, datos de fabricante, etc. Según estos datos se pueden determinar entonces las dimensiones necesarias de la antena.

50 En una realización especialmente ventajosa también se podrían reconocer directamente los modelos de antena mediante un registro de imágenes y una base de datos de antenas. Para ello se reconoce la antena en la imagen captada de la antena. A este respecto, el usuario puede proporcionar datos auxiliares mediante una identificación manual del contorno exterior de la antena o se detectan automáticamente los cantos y las esquinas de la antena. La

antena detectada y/o sus proporciones se correlacionan entonces con las antenas en la base de datos de antena, por lo que se puede determinar el tipo de la antena.

5 Además, los valores calculados pueden adoptarse – mediante una guía automática de usuario en la pantalla del dispositivo – y pueden transmitirse a una base de datos (localmente o con un servidor web u otro dispositivo de almacenamiento externo) y almacenarse en la misma. El usuario tiene además la posibilidad de almacenar conjuntamente detalles adicionales y una imagen de la antena en la base de datos.

Por tanto, según la realización, el aparato de medición también puede incluir un módulo de radio (módulo inalámbrico) para la transmisión rápida de los datos, con lo que los datos se transmiten directamente en línea y se almacenan en un servidor web registrado.

10 En una forma de realización ventajosa, el aparato de medición dispone según el ejemplo anterior de una interfaz gráfica de usuario que se puede operar mediante una pantalla táctil. Sin embargo, la invención también se puede equipar con un dispositivo de visualización simple (pantalla) y el control se puede realizar mediante teclas configuradas para ello y/u otros elementos de mando.

#### **Ejemplo de realización de un cálculo fuera del aparato de medición**

15 En el siguiente ejemplo de realización se describe el caso en el que el cálculo de los datos de alineación se realiza fuera de los verdaderos aparatos de medición:

20 El usuario utiliza el dispositivo de medición y lo enciende. El dispositivo de medición tiene una forma manejable y se maneja libremente por el usuario tal como, por ejemplo, unos prismáticos. El usuario alinea el dispositivo de medición en la dirección del objetivo, realizándose esto mediante una mira óptica correspondiente, un visor con un retículo integrado o similares.

25 Una vez que el usuario haya enfocado el objetivo se realiza la medición mediante un disparador. A este respecto se determina la posición del usuario mediante una determinación de posición integrada o conectada. Además se determina la diferencia de altura entre el usuario y el objetivo mediante una medición de inclinación integrada o conectada y se determina el azimut en la dirección de medición mediante una brújula integrada o conectada. Además se determina la torsión con respecto al eje vertical mediante una medición de nivel. Además se mide la distancia entre el usuario y el objetivo.

En una realización especialmente ventajosa se realizan todas estas mediciones al mismo tiempo o con un desplazamiento temporal imperceptible mediante un accionamiento del disparador.

30 Adicionalmente se crea una imagen del objetivo, esto es, de la antena, pudiendo adaptar el usuario la ampliación de la antena representada en la imagen mediante el visor. Esto se puede realizar, por ejemplo, mediante un mecanismo de accionamiento adicional que posibilita una ampliación o una reducción de tamaño de la imagen de una cámara compacta digital.

35 Los datos así determinados se transmiten mediante una transmisión de datos electrónica (de forma alámbrica, por tarjeta de datos, transmisión de radio o similares) a un ordenador (ordenador portátil, tablet, otro dispositivo). En el ordenador portátil (tablet, etc.) se ejecutan las aplicaciones de software que son necesarias para el cálculo de acuerdo con la invención de la posición absoluta y la alineación de la antena de objetivo.

Las aplicaciones de software posibilitan ahora al usuario ampliar la imagen, ejecutar un software de detección de contornos, definir puntos de medición e influir manualmente en propiedades del cálculo.

40 Las posiciones y ángulos de inclinación calculados de las antenas se pueden visualizar en la pantalla del ordenador y se pueden procesar adicionalmente.

El almacenamiento y el procesamiento adicional de los datos se pueden realizar tal como en el ejemplo anteriormente indicado.

#### **Ejemplo de realización de un cálculo en el ordenador con módulos externos**

45 Un ejemplo adicional de la implementación prevé que el cálculo de la alineación se realice en el ordenador 380, realizándose la posición de la antena 330 mediante una medición de distancia y una medición de altura 320. Los datos necesarios para la alineación (azimut y torsión con respecto al plano horizontal) también se pueden determinar manualmente, por ejemplo, se pueden leer de la brújula y del aparato de medición de nivel 392. La medición de posición necesaria también se puede realizar mediante un aparato de medición de posición externo, por ejemplo, un receptor GPS 391. Todas estas mediciones se deberían realizar en la posición de la medición de distancia 310.

50 El registro de imágenes se puede realizar a este respecto también manualmente mediante una cámara habitual en el mercado 393, debiendo ser la posición igual o al menos muy similar en la medición del aparato de medición de distancia. Los datos de alineación resultan automáticamente debido al objetivo y, por tanto, son idénticos a los datos de la medición de distancia. Por tanto, el material de imagen así almacenado también se puede transmitir

manualmente al ordenador (por ejemplo, la tarjeta de memoria de una cámara digital). A continuación, los datos (la posición, la orientación con respecto a la antena, la distancia, la imagen) se deben combinar manualmente, lo que se puede realizar mediante instrucciones correspondientes en una aplicación de software en el ordenador 380.

5 El cálculo, el procesamiento y el almacenamiento adicionales de los datos se realizan mediante aplicaciones de software de manera correspondiente al ejemplo de realización anterior.

En una forma de realización ventajosa, el aparato de medición dispone de un dispositivo para la determinación de posición automática, por ejemplo, un receptor GPS que determina automáticamente la posición.

10 En una forma de realización ventajosa, el aparato de medición dispone de un dispositivo para la detección automática de la alineación (azimut, inclinación, torsión) del aparato de medición con respecto a un sistema de coordenadas de referencia absoluto (plano horizontal, plano vertical situado de forma perpendicular con respecto al plano horizontal, Norte geográfico).

En una realización ventajosa adicional se realiza automáticamente el calibrado del aparato de medición 310 pulsando una tecla (por ejemplo, en una tecla de mando o una pantalla táctil, etc.).

15 Preferiblemente, el aparato de medición dispone de un dispositivo para la medición de distancia que se puede controlar mediante un software o en el que se pueden leer electrónicamente los datos.

El aparato de medición puede disponer de un dispositivo para el registro de una imagen digital del objetivo (de la antena).

En una realización ventajosa, el aparato de medición dispone de una cámara integrada que puede crear imágenes de alta resolución del objetivo y en la que el usuario puede influir en la ampliación.

20 El aparato de medición dispone preferiblemente de posibilidades de un procesamiento de datos electrónico para el intercambio, procesamiento y almacenamiento de los datos de medición.

En una forma de realización especialmente ventajosa se pueden transmitir los datos del aparato de medición mediante una interfaz de radio a un ordenador para almacenarse y/o procesarse adicionalmente en este último.

25 Además, la interfaz 371 puede constituir una interfaz con herramientas de planificación de red radioeléctrica o herramientas de optimización existentes disponibles en el mercado que entonces se ejecutarían en cada caso en un ordenador 370.

30 En una realización especialmente ventajosa se pueden importar las propiedades (el tamaño de las antenas, las dimensiones, etc.), las denominaciones y los nombres de los sectores a asignar a las antenas de una base de datos, por ejemplo, una herramienta de planificación de red radioeléctrica antes de la medición de modo que se pueden asignar datos de medición a los conjuntos de datos existentes.

35 En una realización especialmente ventajosa, los datos importados de una base de datos se pueden comparar con los datos de medición y se pueden ajustar y se pueden crear informes con respecto a desviaciones. Por ejemplo, el usuario puede comprobar la calidad de los datos disponibles en la base de datos. A este respecto, los valores "deseados" se leen de acuerdo con la base de datos y se comparan con los valores "reales" medidos. En este caso, los valores "deseados" pueden ser, por ejemplo, valores que se han calculado mediante un procedimiento de optimización de red o se han establecido por el operador de red. Los valores "reales" pueden ser entonces, por ejemplo, los valores medidos. Ventajas fundamentales consisten en que no se tiene que realizar ninguna introducción manual con respecto a los datos de antena básicos y denominaciones de emisor, se crea un método rápido y eficaz para la comprobación de los datos de antena y los datos se pueden ajustar directamente a la base de datos.

40 En una realización especialmente ventajosa, los resultados de medición del objetivo se pueden combinar desde una serie de posiciones de medición y puntos de referencia diferentes y, de este modo, se pueden evaluar conjuntamente. A este respecto, ventajas fundamentales consisten en la mejora de la exactitud de la medición, una precisión o resolución mejorada y la posibilidad de calcular propiedades tridimensionales. Debido a varios puntos de medición e imágenes digitales desde diferentes ángulos de observación, por ejemplo, se pueden crear también proyecciones en 3D de las antenas. Métodos de cálculo para los métodos de cálculo de proyecciones en 3D a partir de imágenes en 2D se encuentran, por ejemplo, en: *I. Stamos and P. K. Allen. Automatic registration of 2-D with 3-D imagery in urban environments. En ICCV, páginas 731-737, 2001.*

45 Estos modelos de 3D se pueden almacenar en una base de datos de modo que el usuario puede observar la alineación de antena desde diferentes puntos de vista en un momento posterior. Esto es muy ventajoso en particular por que de este modo un ingeniero se puede hacer la mejor idea posible de la situación global.

50 La figura 4 muestra un ejemplo de la determinación de la alineación de la estructura de antena 412 que está montada sobre la torre 410. Es conocido el aspecto de la estructura de antena en la vista frontal, lo que proporciona una estructura en ángulo recto 411. Además son conocidas las dimensiones de la antena debido a la información

acerca del modelo de antena. Debido al tamaño real, la alineación y el ángulo de observación relativo del punto de medición con respecto a la estructura de antena se produce una distorsión del contorno tal como se representa en 413. A partir de este contorno distorsionado, una serie de puntos de medición establecidos, la posición del punto de medición de referencia, la orientación del aparato de medición y la distancia con respecto al objetivo se puede determinar ahora la alineación de la antena o el giro del sistema de coordenadas en el que se encuentra la antena con respecto al sistema de coordenadas del observador. Esto se realiza, por ejemplo, mediante transformaciones de coordenadas tridimensionales conformes. De ello resultan, a su vez, los ángulos para la determinación de la orientación de la antena.

La figura 5 muestra a modo de ejemplo un desarrollo del procedimiento de acuerdo con la invención para calcular la alineación. A la determinación de la posición absoluta del punto de medición 510 sigue la determinación de la distancia con respecto al objetivo 520. La determinación de la posición del punto de medición 510 se puede realizar a este respecto mediante GPS u otras posibilidades de localización. Por ejemplo, también se puede introducir manualmente la posición o se puede elegir un lugar de medición con coordenadas conocidas. Para la medición de distancia existen también una serie de posibilidades de realización, por ejemplo, métodos ópticos (por ejemplo, láser) y métodos basados en microondas. Tras la determinación de la alineación 530 del punto de medición con respecto al objetivo y los resultados de la medición de distancia 520 y de la posición absoluta del punto de medición 510 se puede determinar la posición absoluta del objetivo 540 o de un punto de referencia en el objetivo, por ejemplo, de un punto de esquina marcado o establecido automáticamente. Los desarrollos 510 a 540 se pueden realizar a este respecto manualmente de forma sucesiva o también automáticamente pulsando una tecla en un dispositivo. Las ventajas del desarrollo común son la manejabilidad sencilla y un modo constructivo compacto necesario para ello del dispositivo.

Además se capta y se procesa una imagen digital 550 del objetivo. La determinación del tamaño de antena 560 se puede realizar a partir de una base de datos, se puede introducir manualmente por el usuario o también se puede realizar automáticamente debido a una detección de patrón y una base de datos de comparación mediante criterios ópticos. Es fundamental a este respecto que se proporcione el tamaño constructivo real de la estructura de antena como resultado.

Por tanto, mediante las informaciones existentes se puede empezar en el marco del análisis de imágenes y la transformación de coordenadas 570 relacionada. Basándose en la combinación de la posición de objetivo 540 y el análisis de imágenes 570 se puede determinar, por tanto, la posición absoluta de la antena y la alineación tridimensional de la misma.

A continuación se almacenan los datos en un medio de almacenamiento que en el caso más sencillo puede ser un almacenamiento de datos local, hasta la sincronización con bases de datos en línea en Internet, y también una aplicación de software especial para el ajuste de datos almacenados y datos medidos. Ésta última también permite, por ejemplo, un estudio estadístico de la exactitud y calidad de la calidad de datos en la base de datos existente.

Finalmente se finaliza la medición 590. El procedimiento en la figura 5 es sólo una posible realización de la invención. El orden de las etapas también puede ser diferente. Por ejemplo, en particular se pueden realizar las etapas 510-560 en cualquier orden, ya que los valores medidos sólo son necesarios en la etapa 570 para calcular la alineación de antena.

En resumen, la determinación de la posición y orientación de antenas de estación base en la telefonía móvil es muy importante para la optimización de los parámetros de emisión. Requiere un trabajo caro y que implica mucho tiempo, ya que se tiene que medir directamente en la antena. Además, el acceso a las antenas a menudo no es posible. Esto tiene un efecto muy desventajoso sobre la exactitud de los datos de modo que los resultados de optimización, en los que se cambian parámetros de antena, sufren mucho de ello. Con el procedimiento novedoso y el dispositivo presentado es posible la detección rápida, exacta y económica de la posición y alineación de la antena emisora sin tener que medir a este respecto en proximidad de la antena. El método novedoso permite determinar la posición absoluta de la antena de estación base y su alineación desde una distancia mayor. A este respecto se determina la posición absoluta de la antena mediante una determinación automática de las coordenadas del punto de referencia (punto de medición), una medición de distancia con respecto a la antena de objetivo, una medición del ángulo de inclinación y la alineación del aparato de medición. De una imagen captada desde un punto de medición se determina mediante métodos de medición fotogramétricos, el conocimiento de las dimensiones absolutas de la antena y métodos matemáticos de la transformación de coordenadas conforme la alineación de la antena de estación base a medir. Aplicaciones son la determinación rápida, económica y de alta calidad de la posición y orientación de estructuras de antena.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para determinar la alineación de una antena, que comprende  
la determinación (510) de la posición absoluta del lugar de medición,  
la captura (550) de una imagen digital de una antena con una cámara en un lugar de medición,  
5 la determinación (520) de la posición relativa del lugar de medición con respecto a la antena,  
la determinación (560) del tamaño de la antena y  
el cálculo (570) de la alineación de la antena basándose en características de la posición absoluta determinada de la imagen digital captada, de la posición relativa determinada y del tamaño de la antena.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que  
10 la determinación (520) de la posición relativa comprende una medición de la posición del lugar de medición y una medición de la distancia entre el lugar de medición y la antena y/o una  
medición de la dirección en la que se ha medido la distancia,  
la determinación (560) del tamaño de la antena comprende la extracción de los datos técnicos de la antena de  
15 una base de datos basándose en la imagen de la antena y/o en la posición de la antena y/o en una entrada de usuario.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, comprendiendo la determinación de la posición relativa:  
la alineación de un dispositivo para la medición de distancia con un dispositivo de visualización para visualizar el  
objetivo de modo que la antena se visualiza en el dispositivo de visualización, realizándose la alineación por un  
usuario en el lugar de medición,  
20 la medición (530) de la alineación del dispositivo y de la distancia entre el dispositivo y la antena,  
el marcado de puntos previamente definidos de la antena por el usuario en el dispositivo de visualización o en la  
imagen digital captada, en el que  
el cálculo (570) de la alineación de la antena se realiza basándose en los puntos marcados y en la distancia y  
alineación medidas del dispositivo.
- 25 4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las características de la imagen digital son puntos previamente determinados de la antena captada en la imagen y el cálculo (570) de la alineación de la antena se realiza mediante una transformación de coordenadas.
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además el almacenamiento (580) de la alineación calculada de la antena y/o de la imagen captada en una base de datos.
- 30 6. Dispositivo para determinar la alineación de una antena, que comprende:  
una unidad de cálculo de alineación (380) para determinar la alineación de una antena (330) basándose en  
características de una imagen digital captada en un lugar de medición y con una cámara (393) de la antena  
(330), de la posición absoluta del punto de medición, de la posición relativa del lugar de medición con respecto a  
la antena y del tamaño de la antena.
- 35 7. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende además:  
un dispositivo (310) para la medición de distancia con un dispositivo de visualización para visualizar el objetivo de  
modo que la antena (330) se visualiza en el dispositivo de visualización, en el que el dispositivo (310) se puede  
alinearse por un usuario en el lugar de medición y se puede adaptar para determinar la alineación y medir la  
distancia entre el lugar de medición y la antena.
- 40 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, que comprende además un receptor GPS (391) para  
determinar la posición del lugar de medición o una conexión para conectar el receptor GPS.
9. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, que comprende además una cámara (393) para  
captar la imagen digital de la antena (330).
- 45 10. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 9, en el que las características de la imagen digital son puntos previamente determinados de la antena captada en la imagen y la unidad de cálculo de alineación (380) está adaptada para realizar el cálculo de la alineación de la antena mediante una transformación de coordenadas.

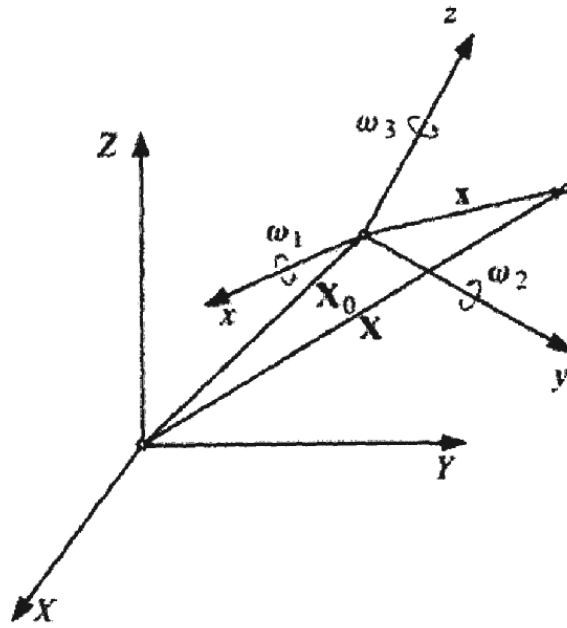


Fig.1

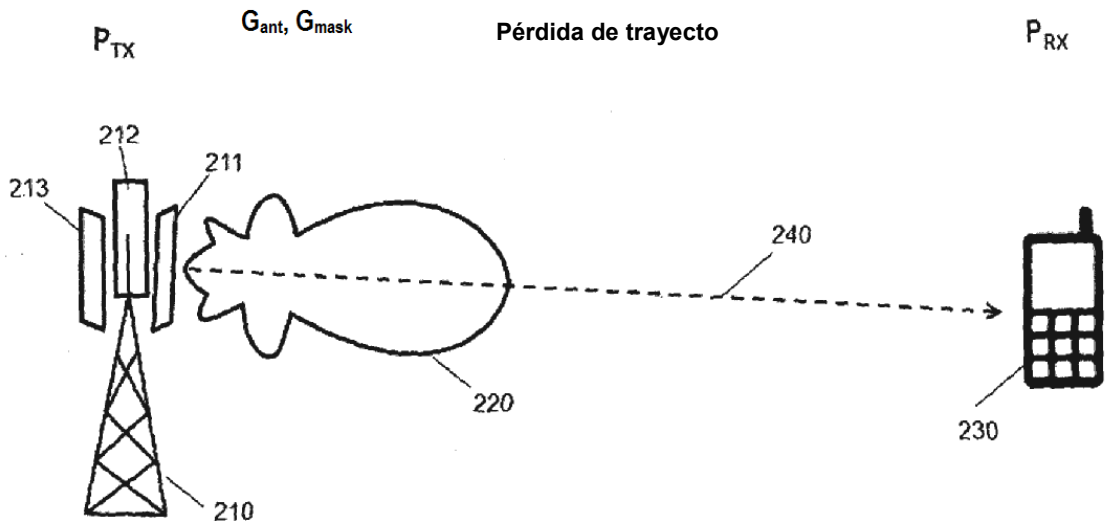


Fig. 2

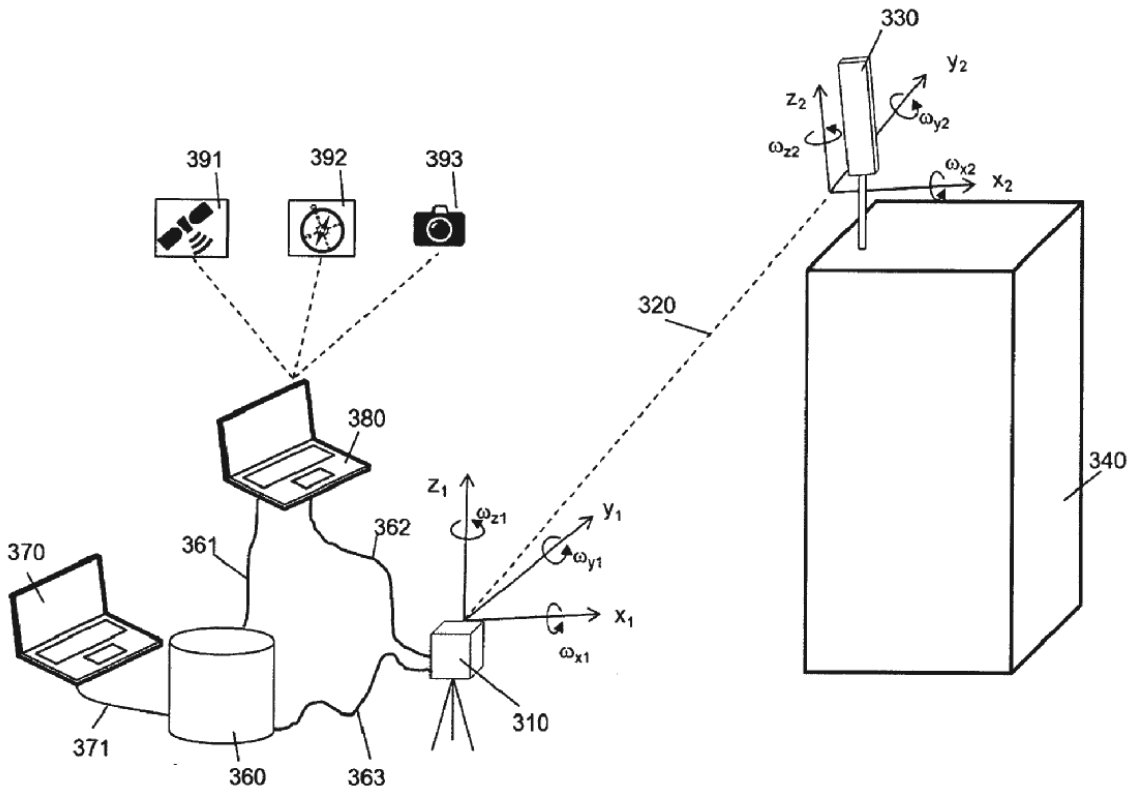


Fig. 3

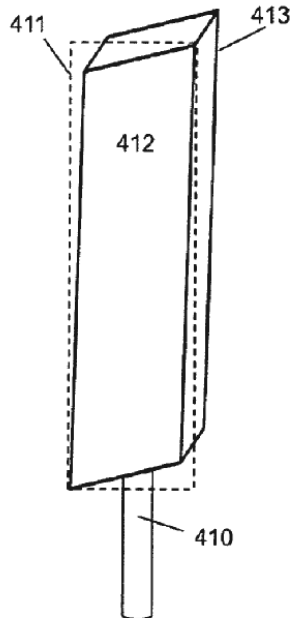
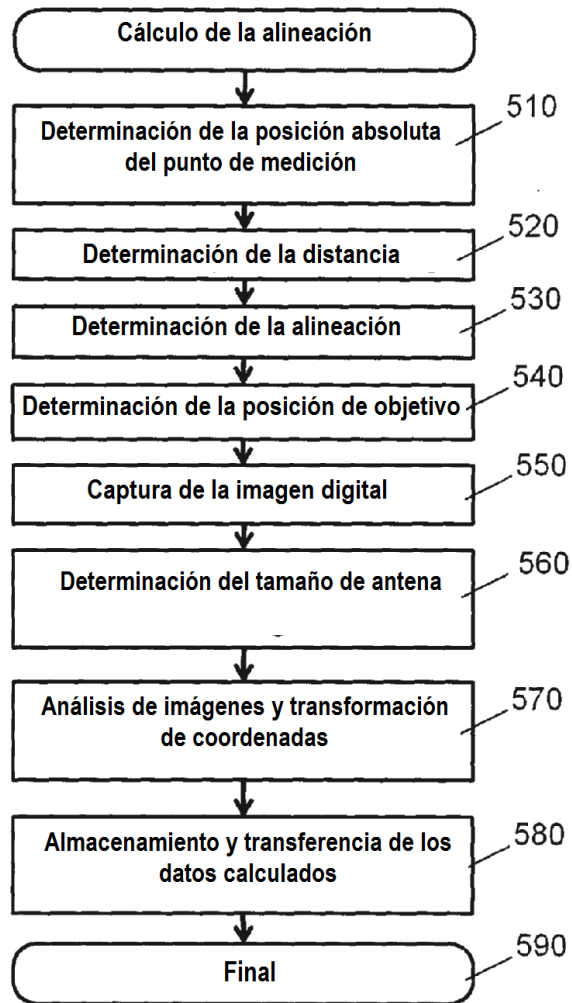


Fig. 4



**Fig. 5**