

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 266**

51 Int. Cl.:

**G01S 5/16** (2006.01)

**G01C 21/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2013 E 13150083 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2615420**

54 Título: **Generación de mapa de campo magnético para posicionamiento en interiores**

30 Prioridad:

**11.01.2012 FI 20125030**

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

**25.01.2018**

73 Titular/es:

**INDOORATLAS OY (100.0%)  
Elektroniikkatie 3  
90590 Oulu, FI**

72 Inventor/es:

**HAVERINEN, JANNE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 651 266 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**

Generación de mapa de campo magnético para posicionamiento en interiores

**Campo**

5 La invención está relacionada de manera general con sistemas de posicionamiento para interiores. Más en concreto, la invención está relacionada con la generación de un mapa de campo magnético de interior para descubrimiento de ubicación en interiores.

**Antecedentes**

10 Puede ser importante localizar o hacer un seguimiento de un usuario cuando el usuario está dentro de un edificio. Sin embargo, un sistema de posicionamiento para exteriores bien conocido que emplea un sistema de posicionamiento global (GPS) puede no funcionar dentro de un edificio debido a falta de recepción fiable de cobertura de satélite. Por lo tanto, se ha desarrollado una técnica de posicionamiento que utiliza los campos magnéticos terrestres en interiores como una posible opción para descubrimiento de ubicación en interiores. Este tipo de descubrimiento de ubicación aplica, por ejemplo, una fuerza de campo magnético medida por un dispositivo de posicionamiento. La fuerza medida se compara con fuerzas de campo magnético conocidas dentro del edificio para localizar al dispositivo de posicionamiento y, de esta forma, a la persona asociada con el dispositivo de posicionamiento. Sin embargo, existen varios problemas relacionados con este tipo de seguimiento de ubicación, especialmente con la generación de un mapa de campo magnético de interior utilizable para el posicionamiento en interiores basado en campos magnéticos terrestres.

20 Una publicación, Gozick et al.; "Magnetic maps for indoor navigation", IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT, vol. 60, no. 12, Diciembre de 2011, describe el uso de mapas magnéticos. La publicación también analiza pruebas de incertidumbre para encontrar el rango de valores para la variación de las intensidades magnéticas medidas. Los resultados de estos ensayos indican que la técnica de medida propuesta es repetible y que los campos magnéticos emitidos por diferentes objetos son bastante estáticos.

**Breve descripción de la invención**

25 Las realizaciones de la invención buscan mejorar el descubrimiento de posición que tiene lugar en interiores.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato como se especifica en la reivindicación 1.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un método como se especifica en la reivindicación 13.

De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sistema como se especifica en la reivindicación 14.

30 De acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un aparato que comprende medios configurados para hacer que el aparato realice cualquiera de las realizaciones como se describe en las reivindicaciones adjuntas.

35 En una realización, se proporcionan medios para obtener información que indica un vector de campo magnético medido e información relacionada con una medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en al menos una ubicación conocida dentro del edificio, donde el vector de campo magnético medido indicado representa magnitud y dirección del campo magnético terrestre afectado por las estructuras locales del edificio, y donde la ubicación conocida está definida en un sistema de referencia de un plano de planta del edificio, y la medida de incertidumbre representa al menos una de entre incertidumbre de la magnitud del vector de campo magnético e incertidumbre de la dirección del vector de campo magnético. Pueden existir también medios para generar el mapa de campo magnético de interior para al menos parte del edificio sobre la base de al menos la información obtenida y el plano de planta, donde el mapa de campo magnético de interior comprende el vector de campo magnético y la medida de incertidumbre del vector de campo magnético para al menos una ubicación dentro del edificio.

**Lista de dibujos**

En lo que sigue, se describirá la invención con mayor detalle con referencia a las realizaciones y a los dibujos adjuntos, en los cuales

La Figura 1 presenta un plano de planta de un edificio;

45 Las Figuras 2A a 2C muestran un dispositivo de medida y un vector de campo magnético medido de ejemplo;

La Figura 3 muestra un método para generación del mapa de campo magnético de interior, de acuerdo con una realización;

La Figura 4 ilustra un aparato, por ejemplo un aparato de medida, de acuerdo con una realización;

La Figura 5 ilustra un aparato, por ejemplo una entidad de base de datos, de acuerdo con una realización;

Las Figuras 6a y 6B representan un escenario de medida de ejemplo y cómo se puede generar un camino de medida, de acuerdo con realizaciones;

Las Figuras 7A a 7C muestran posibles orientaciones tridimensionales de un dispositivo de medida;

5 La Figura 8 muestra dos dispositivos de medida que proporcionan datos a la entidad de base de datos, de acuerdo con una realización;

La Figura 9 ilustra un procedimiento de calibración/corrección, de acuerdo con una realización;

La Figura 10 muestra un sistema para generación de un mapa de campo magnético de interior, de acuerdo con una realización; y

10 La Figura 11 muestra un método para generar el mapa de campo magnético de interior, de acuerdo con una realización.

### Descripción de realizaciones

Las siguientes realizaciones son ejemplos. Aunque la especificación se puede referir a “una” realización o a “algunas” realizaciones en varios puntos del texto, esto no significa necesariamente que cada referencia se hace a la misma realización o a las mismas realizaciones, o que un rasgo concreto sólo aplica a una única realización. También se pueden combinar rasgos individuales de realizaciones diferentes para proporcionar otras realizaciones.

15

Para hacer posible) el posicionamiento en interiores, se conoce un descubrimiento y/o seguimiento de ubicación basado en radiofrecuencia (RF) y/o en GPS. Sin embargo, el descubrimiento de ubicación por GPS puede no ser apropiado para interiores debido a falta de cobertura de recepción de satélite. Asimismo el descubrimiento de ubicación y el seguimiento de ubicación por RF sólo puede ser posible por determinación de la estación base de interior a la cual está conectado el dispositivo del usuario, de un tiempo de duración del viaje de ida y vuelta de la señal RF, o de la potencia de la señal RF recibida, por ejemplo. Este tipo de seguimiento de ubicación puede adolecer de una falta de precisión, por ejemplo, cuando el usuario es localizado por dos estaciones base de RF diferentes. Asimismo, el área de cobertura de una estación base puede ser grande, produciendo como resultado una baja precisión. Algunas otras medidas de posicionamiento conocidas, las cuales pueden ser aplicables en interiores, incluyen, por ejemplo, visión artificial, sensor de movimiento y medida de distancia. Sin embargo, cada uno de estos requiere dispositivos y equipos de medida caros montados por todo el edificio. Como una opción adicional, se puede aplicar la utilización del campo magnético terrestre (EMF).

20  
25

El material utilizado para la construcción del edificio puede afectar al EMF medible dentro del edificio y también al EMF que rodea al edificio. Por ejemplo, el acero, el hormigón armado, y los sistemas eléctricos pueden afectar al EMF. El EMF puede variar significativamente entre diferentes ubicaciones dentro del edificio y por lo tanto puede hacer posible descubrimiento y seguimiento de ubicación precisos dentro del edificio basados en las desviaciones locales del EMF en el interior del edificio. Por otro lado, los equipos colocados en una cierta ubicación dentro del edificio pueden no afectar al EMF de forma significativa en comparación con el efecto provocado por el material del edificio, etc. Por lo tanto, incluso si la distribución y la cantidad de equipos y/o de mobiliario, etc., cambian, el EMF medido puede no cambiar de forma significativa.

30  
35

En la Figura 1 se representa un ejemplo de un edificio 100 con 5 habitaciones, un pasillo y un recibidor. Se debe observar que las realizaciones de la invención también son aplicables a otro tipo de edificios, incluidos edificios de varias plantas. El plano de planta del edificio 100 se puede representar en un cierto sistema de referencia. Un sistema de referencia se puede referir a un sistema de coordenadas o conjunto de ejes dentro del cual se miden, por ejemplo, la posición, la orientación, etc... Un sistema de referencia de este tipo del edificio del ejemplo de la Figura 1 puede ser un sistema de coordenadas XY, también conocido en esta solicitud de patente como el sistema de coordenadas del mundo. El sistema de coordenadas del edificio 100 también puede ser tridimensional cuando es necesario tener en cuenta la dimensión vertical. A la dimensión vertical se hace referencia con Z, mientras que X e Y en conjunto definen un punto (X, Y) bidimensional horizontal. En la Figura 1, la flecha que empieza en un punto (X1, Y1) y que termina en un punto (X2, Y2) se puede ver como un camino 102 recorrido por un usuario asociado con un dispositivo de medida de EMF. La dimensión Z se omite por simplicidad. El dispositivo de medida se detalla más adelante, pero por ahora se puede decir que el dispositivo de medida puede comprender un magnetómetro o cualquier otro sensor capaz de medir el EMF. El magnetómetro puede comprender al menos un eje de medida ortogonal. Sin embargo, en una realización, el magnetómetro puede comprender capacidades de medida en tres dimensiones. También en una realización, el magnetómetro puede ser un magnetómetro de grupo o una matriz de magnetómetros que proporciona observación de campo magnético simultáneamente desde múltiples ubicaciones alejadas unas de otras. El magnetómetro puede ser un sensor muy preciso y se pueden detectar incluso pequeñas variaciones en el EMF. Además de la fuerza, también conocida como magnitud, intensidad o densidad del flujo magnético, del campo magnético, el magnetómetro puede ser capaz de determinar una orientación tridimensional de un vector de EMF medido. Para ello, se debería observar que en cualquier ubicación, el campo magnético terrestre

40  
45  
50  
55

se puede representar mediante un vector en tres dimensiones. Asumamos que una aguja de una brújula está unida en un extremo a un alambre de tal manera que la aguja puede girar en cualquier dirección. La dirección en la que apunta la aguja, es la dirección del vector de campo magnético terrestre.

Como se ha dicho, el magnetómetro transportado por una persona que recorre el camino 102 en la Figura 1 es capaz de determinar el vector de campo magnético tridimensional. Las tres componentes del vector de EMF así como la fuerza total se muestran en la Figura 2A a lo largo de todo el camino 102 desde (X1, Y1) hasta (X2, Y2). La línea sólida 200 puede representar la fuerza total del vector de campo magnético y las otras tres líneas 202 a 206 pueden representar las tres componentes del vector de campo magnético tridimensional. Por ejemplo, la línea de rayas y puntos 202 puede representar la componente Z (componente vertical), la línea de puntos 204 puede representar la componente X, y la línea discontinua 206 puede representar la componente Y. A partir de esta información, se pueden extraer la magnitud y dirección del vector de campo magnético medido. La Figura 2B muestra cómo está presente el campo magnético terrestre 208 en la ubicación de un objeto 210. En la Figura 2B, el objeto 210 está orientado en el espacio XYZ tridimensional de acuerdo con el sistema de referencia del edificio. Sin embargo, típicamente el objeto se está moviendo y la orientación tridimensional del objeto 210 puede variar con respecto al sistema de referencia del edificio como se muestra en la Figura 2C. En este caso, el sistema de referencia tridimensional no es para el edificio sino para el objeto 210. Dicho sistema de referencia se puede denotar con X', Y', y Z' que se corresponden con X, Y, y Z giradas del sistema de coordenadas del mundo. El vector G en la Figura 2C denota la fuerza gravitatoria experimentada por el objeto 210.

En el seguimiento de ubicación del usuario o de cualquier objeto diana que se está moviendo dentro del edificio 100, el vector de EMF medido por el dispositivo de posicionamiento transportado por el usuario se puede comparar con información existente, donde la información puede comprender fuerza y dirección del vector de EMF en varias ubicaciones dentro del edificio 100. La información puede representar un mapa de EMF de interior. El dispositivo de posicionamiento del usuario puede comprender al menos parte del mapa de EMF, el dispositivo de posicionamiento puede acceder al mapa de EMF almacenado en algún otro sitio en una red a la que puede acceder el dispositivo de posicionamiento, o el dispositivo de posicionamiento puede remitir los datos del vector de EMF medido a una entidad o servidor de base de datos que tiene acceso al mapa de EMF y que por lo tanto es capaz de localizar al usuario en el plano de planta del edificio. Preferiblemente, el mapa de EMF cubre la mayoría del edificio o todo el edificio de modo que el usuario puede ser localizado de manera fiable sin "puntos negros".

Sin embargo, antes de que pueda tener lugar dicho seguimiento de ubicación aplicando el vector de EMF medido, puede ser necesario el mapa de campo magnético para el entorno operativo, por ejemplo para el edificio 100. Esto puede ser engorroso y puede requerir mucho esfuerzo porque exista un gran número de edificios a medir. Por esta razón se propone una solución que permite que cualquier persona, en adelante un generador de mapas, contribuya en la generación del mapa de campo magnético para interiores. Esta estrategia de participación colectiva puede proporcionar una manera eficiente de obtener el mapa de EMF para un gran número de edificios. Cualquier persona puede aplicar un dispositivo de medida, o un dispositivo de mapeado, para medir los vectores de EMF en interiores y para contribuir de esta forma en la generación del mapa de EMF. El dispositivo de medida aplicado por cada persona puede ser su teléfono móvil o cualquier dispositivo móvil. Esto puede ser posible ya que los dispositivos móviles de hoy en día pueden estar equipados con un magnetómetro y componentes de interfaz radio, por ejemplo. El generador de mapas puede medir el vector de EMF en una cierta ubicación/camino y proporcionar los datos medidos a una entidad de base de datos central, por ejemplo.

Sin embargo, en esta participación colectiva, la fiabilidad de los datos proporcionados por un generador de mapas puede ser cuestionable. De esta manera, se propone una solución para generar un campo magnético de interior para cualquier edificio 100. Esto se puede realizar como se muestra en la Figura 3 obteniendo, en el paso 300, información que indica el vector de EMF e información relacionada con una medida de incertidumbre del vector de EMF en al menos una ubicación conocida dentro del edificio 100, donde el vector de EMF indicado representa magnitud y dirección medidas del campo magnético terrestre afectadas por las estructuras locales del edificio 100. La ubicación conocida dentro del edificio se define en el sistema de referencia de un plano de planta del edificio 100. El aparato que realiza la generación del mapa puede contener la información del plano de planta o puede acceder a la información del plano de planta a través de interfaz radio, por ejemplo. La información relacionada con la medida de incertidumbre, la cual se detalla más adelante, puede representar al menos una de entre incertidumbre de la magnitud del vector de EMF e incertidumbre de la dirección del MFV. En el paso 302, se genera el mapa de EMF de interior para al menos parte del edificio 100 sobre la base de al menos la información obtenida y el plano de planta del edificio 100, donde el mapa de EMF de interior comprende el vector de EMF y la medida de incertidumbre del vector de EMF para al menos una ubicación dentro del edificio 100. Por lo tanto, el mapa de EMF describe ventajosamente no sólo la fuerza y la dirección del campo magnético, sino también la medida de incertidumbre del vector de EMF en la ubicación específica. Esta información puede ser utilizada por ejemplo por el objeto diana cuya ubicación se quiere descubrir o de cuya ubicación se quiere hacer un seguimiento para conocer qué partes del edificio no son las más fiables en términos de seguimiento basado en campo magnético y qué partes del edificio son muy fiables. Además, un generador de mapas que contribuye al mapa de EMF puede aplicar esta información de incertidumbre para determinar qué partes del edificio todavía necesitan medidas de vector de EMF más precisas. Esta información de incertidumbre también se puede utilizar para determinar si el vector de EMF proporcionado es fiable o no, como se detallará más adelante.

Para describir con mayor claridad la manera en la cual cada usuario puede contribuir en la generación del mapa de EMF, imagínese que un generador de mapas asociado con un cierto dispositivo de medida está dentro del edificio 100. El generador de mapas puede determinar el vector de EMF en una ubicación específica, determinándose dicha ubicación en el sistema de referencia del plano de planta del edificio. El dispositivo de medida también puede determinar parámetros que afectan a la medida de la fiabilidad, es decir, a la medida de incertidumbre del vector de EMF. Entonces el generador de mapas se puede mover a otra ubicación y realizar los mismos pasos. Ya que el dispositivo de medida puede estar equipado con un procesador eficiente o similar, el generador de mapas puede simplemente caminar a lo largo de un camino/área de medida, paseo durante el cual el dispositivo de medida realiza los pasos anteriormente mencionados. Como el vector de EMF y la incertidumbre se conocen en varios puntos alrededor del edificio 100, el mapa de EMF se puede generar de manera que sea discreto o continuo. Cuando se hace continuo, los puntos del mapa discretos se pueden interpolar para producir un mapa de campo magnético substancialmente continuo. La interpolación se puede aplicar tanto para los valores del vector de campo magnético como para los valores de medida de incertidumbre.

Los pasos anteriormente mencionados se pueden realizar en una realización en el dispositivo de medida asociado al generador de mapas. Dicho de otra manera, el dispositivo de medida puede medir, es decir, obtener, la información relacionada con los MFVs y las incertidumbres y generar a continuación el mapa de EMF de interior. Como una acción adicional, el dispositivo de medida puede provocar a continuación la comunicación del mapa generado a una entidad de base de datos que puede ser responsable de almacenar los mapas de los edificios. En otra realización, el dispositivo de medida determina los vectores de EMF y las incertidumbres y a continuación provoca la transmisión de la información que indica éstos a la entidad de base de datos. La entidad de base de datos recibe, es decir, obtiene, la información y genera a continuación el mapa de EMF basado en los datos obtenidos. De esta forma la entidad de base de datos puede obtener la información que indica el vector de campo magnético a partir del dispositivo de medida que ha medido el vector de campo magnético. Esta realización puede permitir menor complejidad y menos uso de memoria en el dispositivo de medida, el cual típicamente tiene capacidades de cálculo y de almacenamiento limitadas en comparación con la entidad de base de datos. De esta forma, de acuerdo con la realización, el mapa de campo magnético, el plano de planta, o cualquier otro mapa que represente el entorno operativo, se puede almacenar en el dispositivo de medida, en la entidad de base de datos, en ambos, o el almacenamiento de datos puede ser compartido al menos en parte entre los dos aparatos. Para ello, se debería observar que la entidad de base de datos puede comprender uno o más elementos en la red a la que puede acceder el dispositivo de medida.

Además del vector de EMF para al menos una ubicación del edificio y la medida de incertidumbre para el vector de EMF en la ubicación, el mapa de EMF también puede comprender otra información, tal como asociación al generador de mapas (usuario) que ha contribuido en la generación de los datos del mapa de EMF para la ubicación específica.

La asociación al usuario puede comprender información de perfil del usuario, por ejemplo la altura del usuario, la cual puede afectar a la altitud aplicada del dispositivo de medida del usuario, la edad del usuario, la fiabilidad o valoración (que se explicará más adelante) del usuario, la cual puede afectar a la fiabilidad del mapa, etc. Dichos datos se pueden comunicar a la entidad de base de datos junto con otra información.

Para la transmisión y/o recepción de información, los aparatos pueden aplicar, por ejemplo, red de radio celular inalámbrica que emplee cualquiera de las siguientes tecnologías de acceso radio (RATs): Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMAX), Sistema Global para comunicaciones Móviles (GSM, 2G), Red de acceso radio GSM EDGE (GERAN), General de Paquetes vía Radio (GRPS), Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal (UMTS, 3G) basado en acceso múltiple por división de código de banda ancha básico (W-CDMA), acceso por paquetes de alta velocidad (HSPA), LTE, y/o LTE-A. De forma alternativa, se pueden aplicar, por ejemplo, técnicas de comunicación por radio de corto alcance que incluyen red de área local inalámbrica y Bluetooth. Aunque, la generación de mapas se puede realizar, como se ha explicado, en el dispositivo de medida, concentrémonos por razones de simplicidad a continuación en el caso en que los dispositivos de medida miden el vector de EMF y provocan transmisión de datos a la entidad de base de datos que genera el mapa.

Echemos un vistazo a los aparatos, tales como el dispositivo de medida y la entidad de base de datos, que pueden emplear las realizaciones de la invención. La Figura 4 muestra un ejemplo de un dispositivo 400 de medida y la Figura 5 representa un ejemplo de una entidad 500 de base de datos. Se debería observar que las Figuras 4 y 5 muestran sólo los elementos y entidades funcionales necesarias para entender los aparatos. Se han omitido otros componentes por razones de simplicidad. La implementación de los elementos y de las entidades funcionales puede variar con respecto a la mostrada en las figuras. Las conexiones mostradas en las Figuras 4 y 5 son conexiones lógicas, y las conexiones físicas reales pueden ser diferentes. Las conexiones pueden ser directas o indirectas y puede haber sólo una relación funcional entre componentes. Para un experto en la técnica es evidente que el aparato también puede comprender otras funciones y estructuras. De manera similar, para un experto es evidente que, dependiendo de la aplicación del aparato, a los aparatos se les pueden añadir, o se pueden omitir de ellos, algunas funcionalidades y entidades funcionales correspondientes. Por ejemplo, cuando el dispositivo 400 de medida debe realizar la generación del mapa de EMF, al aparato 400 se le pueden añadir circuitos

correspondientes. Por otro lado, cuando no es necesaria ninguna conexión basada en RFID, se pueden omitir de los aparatos las una o más unidades RFID, por ejemplo.

Las realizaciones, como las mostradas en las Figuras 4 y 5, proporcionan aparatos 400 y 500 que comprenden al menos un procesador 402, 502 y al menos una memoria 404, 504 que incluyen un código de programa informático, los cuales están configurados para hacer que los aparatos realicen funcionalidades de acuerdo con las realizaciones. El al menos un procesador 402, 502 se puede implementar, cada uno de ellos, con un procesador de señal digital independiente provisto de software apropiado embebido en un medio que puede ser leído por un ordenador, o con un circuito lógico independiente, tal como un circuito integrado específico de aplicación (ASIC). Los aparatos 400 y 500 pueden además comprender componentes 406 y 506 de interfaz radio que proporcionan a los aparatos 400, 500, respectivamente, capacidades de comunicación por radio con la red de acceso radio. Un usuario puede utilizar interfaces de usuario 408 y 508 para operar el dispositivo 400 de medida y la entidad 500 de base de datos. Las interfaces de usuario 408, 508 pueden comprender, cada una de ellas, botones, un teclado, medios para recibir órdenes de voz, tales como un micrófono, pulsadores, botones deslizantes, etc.

El aparato 400 puede comprender el dispositivo terminal de un sistema de comunicación celular, por ejemplo un ordenador personal (PC), un ordenador portátil, una tablet, un teléfono móvil, un dispositivo de comunicación, un teléfono inteligente, una agenda electrónica, o cualquier otro aparato de comunicación. En otra realización, el aparato está contenido en un dispositivo terminal de este tipo, por ejemplo el aparato puede comprender un circuito, por ejemplo, un chip, un procesador, un microcontrolador, o una combinación de dichos circuitos dentro del dispositivo terminal y puede hacer que el dispositivo terminal realice las funcionalidades anteriormente descritas. Además, el aparato 400 puede ser o puede comprender un módulo (que debe ser fijado al dispositivo terminal) que proporcione conectividad, tal como una unidad enchufable, una "mochila USB", o cualquier otro tipo de unidad. La unidad se puede instalar dentro del dispositivo terminal o se puede conectar al dispositivo terminal con un conector o incluso de forma inalámbrica. El aparato 500 como la entidad de base de datos puede estar contenido en la red a la que puede acceder el aparato 400 de la Figura 4. Como se ha dicho, el aparato 400, por ejemplo el dispositivo de medida operado por una persona típica en la estrategia de participación colectiva, puede comprender el al menos un procesador 402. El al menos un procesador 402 puede comprender un circuito 410 de determinación del camino de medida. El circuito 410 puede ser responsable de determinar un camino o área de medida, el cual debe ser medido por el dispositivo 400. Los detalles de las funcionalidades relacionadas con este circuito 410 se describirán más adelante. Se puede utilizar un magnetómetro 420 para medir el vector de EMF. Se puede utilizar un circuito 414 de medida de incertidumbre para determinar la medida de incertidumbre del vector de EMF medido. Al menos en parte por esta razón, puede haber otros sensores o entidades funcionales diferentes comprendidos en el dispositivo 400 de medida. Estos pueden incluir, por ejemplo, una unidad 422 de medida inercial (IMU), un odómetro 424, una unidad 426 de identificación por radio frecuencia (RFID), un sensor 428 GPS, un sensor 430 de seguimiento de ubicación basado en radio frecuencia (RF), y por último una cámara 432. Estos se describirán en detalle más adelante. La memoria 404 puede comprender información del mapa 440 de campo magnético y del plano 442 de planta del edificio 100. La memoria también se puede utilizar, por ejemplo, para almacenar valores medidos durante el camino de medida. Un circuito 412 de calibración & corrección puede servir para realizar calibración y/o corrección relacionada(s) con las funciones del aparato 400, por ejemplo para la medida del vector de EMF mediante el magnetómetro 420.

En una realización, el aparato 400 o parte del aparato 400 está acoplado a un zapato del generador de mapas. Por ejemplo, el magnetómetro 420 puede estar integrado en el interior del zapato del generador de mapas. El zapato también puede comprender un interfaz radio a través del cual se comunican los resultados de medida de las medidas realizadas por el magnetómetro 420 a un dispositivo terminal. El dispositivo terminal puede comprender el resto de las funcionalidades del aparato 400. Esto puede proporcionar medidas de EMF precisas ya que el zapato del generador de mapas tiene típicamente una orientación tridimensional predecible, lo cual ayuda a obtener resultados precisos como se describirá más adelante.

El aparato 500, por ejemplo la entidad de base de datos, puede comprender el al menos un procesador 502. El al menos un procesador 502 puede comprender varios circuitos. Como ejemplo, un circuito 510 de determinación del camino de medida puede ser responsable de determinar o asignar un camino o área de medida, el cual debe ser medido o el cual ha sido medido por el dispositivo 400 de medida. Un circuito 512 de validación puede ser responsable de determinar si los datos obtenidos son válidos o no. Un circuito 514 de calibración & corrección puede ser responsable de realizar un proceso de calibración para la información indicada y/o de corregir la información obtenida. Un circuito 520 de valoración de usuarios puede ser responsable de evaluar los usuarios que han proporcionado datos relacionados con el vector de EMF a la entidad 500 de base de datos. Como resultado de esto, cada usuario se puede asociar con una valoración que describe por ejemplo cómo de fiables y amplios son los datos obtenidos a partir del usuario. Un circuito 522 de determinación del mapa de campo magnético y un circuito 524 de determinación de incertidumbre pueden ser responsables de generar el mapa de EMF basado en la información obtenida relacionada con MFVs y en el plano de planta del edificio 100, por ejemplo, y de determinar la incertidumbre del vector de EMF en una cierta ubicación en el mapa. La memoria 504 puede comprender información del mapa 540 de campo magnético, del plano 542 de planta, del edificio 100, y de datos 544 de sensor de fusión, por ejemplo.

Un circuito 516 de seguimiento de ubicación (LT) puede ser responsable de facilitar el descubrimiento de ubicación de un dispositivo de posicionamiento que debe ser localizado dentro del edificio. En una realización, el circuito 516 LT puede aplicar el mapa de EMF generado y puede proporcionar, previa petición, al menos parte del mapa de campo magnético de interior generado al dispositivo de posicionamiento que debe determinar su ubicación dentro del edificio al cual es aplicable el mapa de EMF. El circuito 516 LT puede proporcionar todo el mapa de EMF del edificio 100 al dispositivo de posicionamiento a través de una red. De forma alternativa, el circuito 516 LT puede proporcionar sólo una parte del mapa de EMF al dispositivo de posicionamiento, donde la parte del mapa de EMF de interior generado a proporcionar se selecciona sobre la base de la estimación de la ubicación del dispositivo de posicionamiento, donde la estimación de la ubicación se obtiene a partir de un sistema de descubrimiento de ubicación basado en campo no-magnético. Por ejemplo, si el edificio está equipado con otro sistema de descubrimiento de ubicación, tal como por ejemplo descubrimiento de ubicación basado en estación base de interior, se puede utilizar la información proporcionada por esa otra técnica de ubicación. Por ejemplo, estos datos adicionales pueden ser obtenidos por la unidad de seguimiento de ubicación basada en RF de un dispositivo de posicionamiento, pueden ser transmitidos a la entidad 500 de base de datos y pueden ser procesados en un circuito 518 de procesamiento de sensor de fusión de la entidad 500 de base de datos. La memoria 504 puede comprender la información de la otra técnica de ubicación como datos 544 de sensor de fusión. La información almacenada puede comprender la ubicación de montaje de las estaciones base de interior, por ejemplo. Conociendo la ubicación del dispositivo de posicionamiento, al menos de forma aproximada, el circuito 516 LT puede proporcionar a continuación un mapa de EMF sólo para el área en la que se está moviendo en ese momento el dispositivo de posicionamiento, por ejemplo para la planta del edificio en la que se encuentra el dispositivo de posicionamiento. Esto puede ser ventajoso ya que sólo es necesario comunicar una parte del gran mapa de EMF al dispositivo de posicionamiento. El dispositivo de posicionamiento puede utilizar entonces el mapa, o parte del mapa, para localizarse a sí mismo dentro del edificio 100.

Consideremos a continuación la información relacionada con la medida de incertidumbre obtenida por el/a partir del dispositivo 400 de medida. En una realización, la medida de incertidumbre del vector de campo magnético puede ser específica para cada ubicación. Esto puede denotar que la medida de incertidumbre puede variar de ubicación a ubicación dentro del edificio. Esto puede ser debido al hecho de que la medida se realiza mejor en una cierta ubicación que en otra ubicación, incluso si la medida es hecha por el mismo generador de mapas. Por ejemplo, el dispositivo 400 de medida puede haber estado más estático durante la medida en la primera ubicación, produciendo como resultado una medida más precisa. Como otro ejemplo, el generador de mapas puede haber caminado más despacio en la primera ubicación, lo cual puede contribuir también positivamente a la precisión de la medida del vector de EMF. Además, algunas partes del edificio pueden tener interferencias magnéticas temporales (dinámicas), por ejemplo, provocadas por dispositivos eléctricos, las cuales pueden contribuir negativamente a la precisión de la medida del vector de EMF.

En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación (para un punto del mapa) se puede determinar al menos parcialmente sobre la base del número de al menos una medida de vector de campo magnético existente en la ubicación. Echemos un vistazo a la Figura 6A. La figura muestra un mapa de EMF generado para una habitación 600. El MAPA DE EMF se puede generar sobre la base de ubicaciones medidas previamente, marcadas con círculos en la Figura 6A. Como se muestra, la parte superior de la habitación 600 se ha medido con mayor densidad que el resto de la habitación. En concreto, la ubicación 602 puede haber sido medida al menos dos veces, posiblemente por el mismo generador de mapas o por generadores de mapas diferentes. Los al menos dos conjuntos de datos de vector de EMF independientes pueden haber sido combinados produciendo como resultado un vector de EMF para la ubicación 602. Sin embargo, obtener dos conjuntos de datos, posiblemente independientes, para una ubicación, reduce las posibilidades de que el vector de EMF para la ubicación sea impreciso. De esta forma, la incertidumbre para el vector de EMF en la ubicación 602 puede ser menor que para otras ubicaciones, las cuales pueden haberse medido sólo una vez. Sin embargo, se debería observar que esto depende de la medida de incertidumbre obtenida relacionada con cada una de las dos medidas realizadas en la ubicación 602.

En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación se puede determinar al menos en parte sobre la base de distancia física desde la ubicación a la al menos una medida de vector de campo magnético existente. Echemos de nuevo un vistazo a la Figura 6A. Imagine que se debe determinar la medida de incertidumbre para el punto 604 del mapa. Como se ha visto, no existen medidas hechas previamente en la ubicación 604. Por lo tanto, la incertidumbre se puede determinar al menos en parte sobre la base de la distancia física a la al menos una medida de vector de EMF existente. En la realización de ejemplo de la Figura 6A, la distancia se puede determinar hasta la ubicación 602 de medida, y/o hasta cualquier otra al menos una ubicación medida mostrada con un círculo en la Figura 6A. Cuanto mayor es la distancia, mayor puede ser la medida de incertidumbre.

En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación se puede determinar al menos en parte sobre la base de cantidad de desviación entre al menos dos medidas de vector de campo magnético diferentes para la ubicación, posiblemente obtenidas de al menos dos dispositivos de medida diferentes. Esta puede ser la situación cuando existen al menos dos medidas realizadas en una ubicación, tal como en la ubicación 602. Si la desviación entre las dos medidas varía significativamente, por ejemplo más que un umbral predeterminado, la medida de incertidumbre puede ser alta. El umbral se puede determinar, por ejemplo, mediante experimentaciones empíricas.

Dicho de otra manera, cuanto mayor sea la desviación, mayor puede ser la medida de incertidumbre. La desviación se puede referir a desviación en la magnitud medida, desviación en la dirección medida, desviación en la incertidumbre indicada del vector de campo magnético medido, etc.

5 En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación se puede determinar al menos en parte sobre la base de cantidad de varianza en datos de movimiento local proporcionados por uno o más sensores inerciales acoplados a un dispositivo 400 de medida que midieron el vector de campo magnético en la ubicación. De esta forma, la unidad de medida inercial (IMU) 422, descrita en detalle más adelante, puede proporcionar información sobre el movimiento local que está experimentando el dispositivo 400 de medida. Por ejemplo, si el generador de mapas hace girar el dispositivo 400 de medida, por ejemplo hacia adelante y hacia atrás, durante el procedimiento de medida, la cantidad de movimiento local es grande. Esto puede no conducir a la precisión de medida más fiable, aunque parte del movimiento local se puede corregir, como se describirá más adelante. El dispositivo 400 de medida puede utilizar él mismo esta información de movimiento local en la determinación de la incertidumbre de la medida realizada o puede remitir la información a la entidad 500 de base datos, la cual realiza la determinación.

15 En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación se puede determinar al menos en parte sobre la base de un modelo y/o tipo específico del dispositivo 400 de medida y/o un estado eléctrico del dispositivo 400 de medida. Esto es así porque se puede haber determinado que un tipo o modelo específico puede o no puede proporcionar resultados de medida muy precisos. El tipo y/o modelo puede referirse al dispositivo 400 de medida (por ejemplo al teléfono móvil), o puede referirse al magnetómetro 420 aplicado, o a ambos. El estado eléctrico del dispositivo 400 de medida también puede afectar a la fiabilidad del procedimiento de medida. Por ejemplo, ciertas funciones software, por ejemplo llamadas telefónicas, que se ejecutan simultáneamente en el dispositivo 400 de medida y que cambian dinámicamente el estado eléctrico/mecánico del dispositivo 400 de medida pueden afectar a la fiabilidad de la medida al introducir interferencias magnéticas. Por lo tanto, el dispositivo 400 de medida puede determinar la incertidumbre de la medida realizada teniendo en cuenta lo anterior, por ejemplo, o puede transmitir la información a la entidad 500 de base de datos.

25 En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación se puede determinar al menos en parte sobre la base de la ubicación geográfica del dispositivo 400 de medida. La ubicación geográfica se puede determinar, por ejemplo, mediante un sensor GPS 428 del dispositivo de medida. Por ejemplo, la entidad 500 de base de datos o el dispositivo 400 de medida pueden comprender información de vector de campo magnético terrestre al aire libre en diferentes ubicaciones geográficas del mundo. Si la dirección del vector de EMF de interior medida varía significativamente, por ejemplo por una cantidad obtenida experimentalmente, con respecto a la dirección del campo magnético verdadero al aire libre, entonces la fiabilidad de la medida realizada puede ser cuestionable y la medida de incertidumbre puede ser indicativa de baja fiabilidad en el vector de EMF proporcionado. Esto también puede ayudar a detectar si el generador de mapas ha recorrido (de forma intencionada o no intencionada) el camino en una dirección contraria a la indicada.

35 En una realización, la medida de incertidumbre para una ubicación se puede determinar al menos en parte sobre la base de sello temporal de la al menos una medida de vector de campo magnético existente en la ubicación. Por ejemplo, cuando la anterior medida del vector de EMF para la ubicación se ha realizado hace mucho tiempo, la medida de incertidumbre puede indicar que el vector de EMF proporcionado puede no proporcionar valores de vector de EMF tan precisos como si la medida del vector de EMF anterior se hubiera hecho poco tiempo antes. En este contexto un tiempo corto puede ser una semana o incluso un mes. Un tiempo largo se puede referir, por ejemplo, a varios meses.

45 En una realización, la incertidumbre para cada punto del mapa se basa en una combinación de al menos dos de los criterios de determinación de incertidumbre anteriormente mencionados. En esta realización, la medida de incertidumbre combinada se puede determinar de manera individual/independiente para los tres ángulos que determinan la dirección del vector de EMF, y de manera individual/independiente para la magnitud del vector de EMF en cada punto del mapa aplicando, por ejemplo, la regresión de proceso Gaussiano – técnica que produce la media predictiva, y la varianza predictiva, es decir, la incertidumbre, del campo escalar modelado, concreto, en cada punto del mapa. A cada uno de los diferentes parámetros que afectan al ruido de observación, y a la varianza de un proceso Gaussiano concreto se les puede dar un factor de ponderación para producir una medida de incertidumbre combinada, es decir, una varianza predictiva, para un punto del mapa específico por medio de la aplicación de la regresión de proceso Gaussiano. Estos factores de ponderación se pueden encontrar por medio de ensayos empíricos, por ejemplo.

55 Como resultado de esto, la entidad 500 de base de datos, o el dispositivo 400 de medida, es capaz de asociar cada celda del mapa de EMF con una medida de incertidumbre que indica la fiabilidad del vector de campo magnético mapeado en una ubicación dada. Esto puede ser ventajoso para que la persona que se debe localizar a sí misma en el edificio 100 puede conocer cómo de fiable es el descubrimiento de ubicación en esa parte del edificio 100, por ejemplo. Por otro lado, esto puede permitir al generador de mapas definir puntos no medidos en el edificio 100.

Además, una aplicación de la medida de incertidumbre proporcionada en el mapa de campo magnético puede ser extraer información en ubicaciones en las que la medida del vector de EMF puede no proporcionar resultados



precisos. De esta manera el algoritmo que debe localizar al dispositivo 400 de medida en el edificio 100 puede aplicar la información de incertidumbre cuando selecciona qué modelo elegir o cómo ajustar el modelo de medida utilizado. Este puede denotar, por ejemplo, el uso de diferente modelo de medida y/o modelo de movimiento para una o varias hipótesis de ubicación, mantenida por un algoritmo multi-hipótesis tal como un filtro de partículas, para dirigir el efecto de la incertidumbre del mapa a la validación de una hipótesis de ubicación. A fin de cuentas, para el usuario que se debe localizar a sí mismo, es ventajoso hacer medidas de vector de EMF fiables para comparar con precisión el vector de EMF medido con el vector de EMF proporcionado por el mapa, haciendo posible de esta forma un descubrimiento de ubicación preciso.

Conocer la incertidumbre para cada punto del mapa es ventajoso porque entonces el algoritmo utilizado para estimación de ubicación puede aplicar diferentes factores de ponderación para diferentes hipótesis de posición de modo que los factores de ponderación tengan en cuenta la incertidumbre de cada hipótesis de posición. Por ejemplo, cuando se aplica estimación de ubicación por multi-hipótesis, puede haber un gran número de hipótesis de posición al principio antes de que el procedimiento converja a la hipótesis de posición correcta (o a la que tiene mayor probabilidad de ser correcta). Asumamos que alguna hipótesis de posición P parece ser no correcta porque el vector de EMF medido no corresponde al vector de EMF proporcionado por un mapa de EMF. Sin embargo, el mapa de EMF puede proporcionar un alto valor de incertidumbre para la hipótesis de posición P. Por lo tanto, el algoritmo puede no desechar directamente la hipótesis de posición porque puede ser que el mapa de EMF no proporcione un vector de EMF correcto para la ubicación P. De hecho, puede ser posible que el dispositivo de posicionamiento esté en la ubicación P. Si el mapa no proporcionase el valor de incertidumbre, lo más probable sería que el algoritmo desechase la hipótesis de posición P (posiblemente correcta) ya al principio.

El dispositivo 400 de medida, cuando realiza la medida del vector de EMF, puede no estar orientado de acuerdo con el sistema de coordenadas del mundo. Esto se muestra, como se ha explicado, en las Figuras 2B y 2C. En concreto, el dispositivo 400 de medida puede estar girado alrededor de al menos uno de los tres ejes X, Y y Z. Esta desviación con respecto al sistema de referencia del plano de planta del edificio 100 (es decir, el sistema de coordenadas del mundo) puede provocar que la dirección medida del vector de EMF sea errónea con respecto al sistema de coordenadas del mundo. Por lo tanto, en una realización, el dispositivo 400 de medida o la base de datos 500 pueden obtener información que indica una orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida en el al menos un instante en el tiempo en el que se mide el vector de EMF, donde el vector de EMF es medido por el dispositivo 400 de medida y se define en el sistema de referencia ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) del dispositivo 400 de medida, como se muestra en la Figura 2C. Sin embargo, ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) no es lo mismo que ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ). Por lo tanto, puede aparecer error sin ajustar/girar el vector de EMF obtenido pasándolo del sistema de referencia ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) del dispositivo 400 de medida al sistema de referencia ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) del plano planta. El ajuste se puede hacer sobre la base de la información obtenida que indica la orientación tridimensional ( $X'$ ,  $Y'$ ,  $Z'$ ) del dispositivo 400 de medida. A partir de esto, se puede obtener la cantidad de desviación con respecto al sistema de coordenadas del mundo. Como se ha dicho, en una realización, el dispositivo 400 de medida es conocedor del sistema de coordenadas del mundo ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) y realiza por sí mismo la corrección entre los sistemas de referencias antes de indicar la dirección del vector de EMF a la entidad 500 de base de datos. Por ejemplo, el circuito 412 de calibración & corrección puede ser responsable de realizar la corrección. En otra realización, el dispositivo 400 de medida indica la dirección del vector de EMF posiblemente errónea a la entidad 500 de base de datos junto con información relativa a la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida, y la entidad 500 de base de datos realiza la corrección/ajuste mediante el circuito 514 de calibración & corrección para producir la verdadera dirección del vector de campo magnético que debe estar contenida en el mapa de EMF generado.

Como se ha dicho, la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida se puede definir mediante al menos uno de los siguientes: una rotación con respecto a un primer eje horizontal (tal como el eje X o el eje Y), una rotación con respecto a un segundo eje horizontal (tal como el eje Y o el eje X, respectivamente), y una rotación con respecto a un eje Z vertical. Consideremos esto con mayor detalle haciendo referencia a la Figura 7. En las Figuras, las flechas sólidas representan el sistema de coordenadas XYZ del mundo y las líneas de puntos muestran el sistema de referencia del dispositivo 400 de medida. La Figura 7A muestra cómo el dispositivo 400 de medida que se mueve a lo largo del camino 102 de la Figura 1 hacia el punto ( $X_2$ ,  $Y_2$ ) puede estar girado alrededor del eje Y. En la Figura 7, la dirección X representa la dirección desde el punto ( $X_1$ ,  $Y_1$ ) hasta el punto ( $X_2$ ,  $Y_2$ ). Es decir, en la Figura 7A, el eje Y apunta hacia el papel. En la Figura 7B, el dispositivo 400 de medida está girado alrededor del eje X, el cual apunta hacia el papel. Para determinar la cantidad de rotación alrededor del eje Y (Figura 7A) y alrededor del eje X (Figura 7B), el dispositivo de medida puede estar equipado en una realización con una unidad de medida inercial (IMU) 422 presentada en la Figura 4. La IMU 422 puede comprender al menos uno de los siguientes: al menos un sensor de aceleración que utiliza un campo gravitatorio y al menos un giróscopo. La IMU 422 también puede comprender otros sensores para detectar velocidades angulares, por ejemplo. El sensor de aceleración es capaz de detectar la fuerza gravitatoria G. Al detectar la componente G de aceleración provocada por la gravitación terrestre en las Figuras 7A y 7B, el dispositivo 400 de medida puede ser capaz de determinar la cantidad de rotación alrededor del eje X y/o del eje Y. En otra realización, la IMU 422 puede detectar el movimiento de la persona que transporta el dispositivo 400 de medida. Ventajosamente esto puede permitir determinar la velocidad y dirección de la persona, produciendo por tanto como resultado determinación de la ubicación del dispositivo 400 de medida a lo largo del camino de medida en un momento dado. De forma alternativa, una velocidad media determinada a partir de una distancia de medida y un tiempo de medida puede ayudar a localizar el dispositivo 400 de medida a lo largo del

camino de medida en cualquier momento dado. En otra realización adicional, la IMU 422 puede detectar el movimiento de la persona para utilizar los datos como unos datos de sensor de fusión en descubrimiento/seguimiento de ubicación que está basado en EMF y en un sistema de navegación inercial (INS) que aplica la IMU 422. Dicho descubrimiento y seguimiento de ubicación de tipo de sensor de fusión puede proporcionar resultados más precisos que cualquiera de dichos sensores en solitario.

Aunque la rotación alrededor del eje X y del eje Y en general se puede corregir porque está presente la referencia global (la fuerza gravitatoria G), la rotación alrededor del eje Z como la mostrada en la Figura 7C puede no ser corregida con tanta facilidad. Esto puede ser debido a la falta de referencia global. Se pueden detectar rotaciones relativas utilizando el al menos un giróscopo contenido en la IMU 422. Sin embargo, la estimación de la rotación, producida integrando a lo largo del tiempo las medidas de velocidad angular obtenidas por el giróscopo, sufrirá deriva a lo largo del tiempo debido a, por ejemplo, imprecisiones del sensor y sesgos del giróscopo si la estimación de la rotación no se alinea con la dirección de referencia global de manera regular. Por lo tanto, en una realización, la entidad 400 de base de datos puede obtener, procedente del dispositivo 400 de medida, información que indica un camino de medida virtual a lo largo del cual el dispositivo 400 de medida midió el vector de EMF. Echemos un vistazo a la Figura 6A, la cual muestra un posible camino de medida virtual marcado con una línea 606 discontinua. El camino 606 de medida virtual se puede definir en el sistema de referencia del plano de planta, es decir, mediante coordenadas XY. Como se muestra, no es necesario que el camino 606 de medida virtual sea directo, sino que el camino puede comprender curvas, o similares. Naturalmente, también son aplicables caminos directos. A continuación la entidad 500 de base de datos puede determinar un vector tangente, mostrado con una línea 608 de puntos, al camino 606 de medida virtual en la dirección de movimiento del dispositivo 400 de medida en una ubicación (X1, Y1) dada. La tangente 608 proporciona una indicación fiable relativa a cuál es la rotación alrededor del eje Z vertical del dispositivo 400 de medida en cualquier punto (X1, Y1) dado a lo largo del camino 606 de medida virtual. Es decir, se asume que el dispositivo 400 de medida está orientado hacia la tangente 608 cuando se está moviendo en el camino 608 de medida. La información extraída utilizando la tangente 608 y la información proporcionada por el giróscopo pueden, en conjunto, formar medios poderosos para determinar la desviación con respecto al sistema de coordenadas del mundo X. Por lo tanto, el vector de EMF se puede hacer girar hacia el sistema de coordenadas del mundo XYZ utilizando la información de orientación tridimensional proporcionada por el campo gravitatorio detectado por la IMU 422, y, opcionalmente, utilizando la información proporcionada por el vector 608 tangente al camino 606 de medida en la ubicación de muestra (X1, Y1).

En una realización, cuando están disponibles datos de mapa de EMF para la ubicación, los datos de mapa de EMF pueden proporcionar otra referencia global aplicable para corregir/ajustar/rotar la orientación tridimensional. A saber, la referencia global obtenida a partir del mapa de EMF puede ser la dirección verdadera del vector de EMF. Por ejemplo, cuando existen dos hipótesis de posición, el ajuste de orientación tridimensional en la hipótesis de ubicación correcta funciona mejor que en la hipótesis de ubicación falsa. Esto es debido a que, cuando se corrige la rotación basándose en fuerza gravitatoria G terrestre, la dirección del vector de EMF medido se debería aproximar a la verdadera inclinación del vector de EMF. Si esto no ocurre, la hipótesis de posición se puede determinar como no correcta o a la probabilidad de la fiabilidad de la hipótesis de posición se le puede dar un valor bajo. Esto es debido a que en una hipótesis de posición falsa, se puede utilizar una dirección incorrecta de vector de EMF. Por el contrario, el ajuste de orientación en la hipótesis de posición correcta basada en G, hace que la dirección medida y la inclinación verdadera sean más parecidas la una a la otra. A continuación, se puede realizar la corrección de orientación tridimensional, es decir, la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida con respecto a la rotación alrededor del eje Z se puede corregir al menos parcialmente basándose en la verdadera dirección del vector de EMF proporcionada por el mapa de EMF. La corrección puede ser realizada por el dispositivo 400 de medida o por la entidad 500 de base de datos. Dicha corrección de orientación tridimensional se puede realizar incluso fuera de línea si el dispositivo 400 de medida está equipado con los datos del mapa de EMF. De esta manera se puede ajustar correctamente la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida y se pueden obtener valores correctos de medida de EMF.

Como resulta evidente a partir de lo anterior, el dispositivo 400 de medida puede determinar por sí mismo un camino o área de medida a lo largo del cual o en el cual se deben realizar las medidas de vector de EMF. Para esto, el dispositivo 400 de medida puede comprender el circuito 410 de determinación del camino de medida. Sin embargo, en otra realización, la entidad 500 de base de datos puede proporcionar al dispositivo 400 de medida al menos un camino o área de medida virtual candidato, a lo largo de al menos uno de los cuales, o en al menos uno de los cuales, se sugiere que el dispositivo 400 de medida mida el vector de campo magnético. Para esto, la entidad 500 de base de datos puede comprender el circuito 510 de determinación del camino de medida. Esto puede ser ventajoso ya que el propio dispositivo de medida no necesita utilizar recursos para determinar el área apropiada a medir. Se debería observar que el área a medir puede comprender ventajosamente áreas en las que aún no se han realizado medidas. La selección del al menos un camino o área de medida virtual (candidato) se puede hacer de forma automática y se puede basar al menos en parte en la incertidumbre específica de la ubicación del vector de EMF. Dicha determinación basada en entropía de caminos o áreas de medida candidatos puede ser ventajosa ya que se da prioridad de medida a áreas que tienen la menor fiabilidad de vectores de EMF correctos en el mapa de EMF.

La Figura 6B representa cómo puede ser determinado el camino 610 de medida virtual por el dispositivo 400 de medida. La figura representa una interfaz 408 de usuario que el generador de mapas puede aplicar para controlar el dispositivo 400 de medida. Se puede asumir que el dispositivo 400 de medida ha recibido información relativa a puntos de medida existentes en un área del mapa o entorno operativo específico. La información también puede representar al menos un área de incertidumbre de la habitación basada en la incertidumbre del vector de EMF en la ubicación. Dicho área de incertidumbre se representa con el número de referencia 612. El propio generador de mapas puede dibujar el camino 610 de medida virtual en el sistema de referencia del plano de planta. Por ejemplo, el generador de mapas puede dibujar una línea entre el punto inicial y el punto final y a continuación puede aplicar curvas a la línea directa para alcanzar el camino 610 de medida curvado mostrado en la Figura 6B. Dicho dibujo se puede realizar utilizando un cursor o un dedo (en el caso de una pantalla táctil), los cuales se representan con los números de referencia 614A y 614B. La dirección del movimiento puede estar determinada por el orden cronológico en el cual se proporcionaron los dos puntos (punto inicial y punto final). Además, el generador de mapas puede señalar puntos de medida individuales en el mapa en los cuales el generador de mapas realizó o va a realizar las medidas de vector de EMF. Los puntos individuales se pueden determinar en el sistema de referencia del plano de planta.

En una realización, el dispositivo 400 de medida comprende al menos una cámara 432, 432A, 432B, como se muestra en las Figuras 4, 6B y 7. De esta forma el dispositivo 400 de medida puede estar configurado para capturar al menos una imagen de los alrededores de la ubicación dentro del edificio 100 en la que se mide el vector de EMF, donde la al menos una imagen se representa al menos uno de los siguientes: un suelo y un techo, al menos una pared. La al menos una imagen se puede capturar, por ejemplo, cuando el dispositivo 400 de medida está en una orientación tridimensional predeterminada detectable por la IMU 422. Esto puede garantizar que la imagen se toma en una dirección deseada, por ejemplo hacia el suelo o hacia el techo. En una realización, el dispositivo 400 de medida está equipado con al menos dos cámaras que apuntan en direcciones substancialmente opuestas, como se muestra en las Figuras 6B y 7 mediante los números de referencia 432A y 432B. Esto puede permitir que el dispositivo 400 de medida capture simultáneamente dos imágenes, una del suelo y una del techo. El dispositivo 400 de medida puede capturar las una o más imágenes en la misma ubicación en la que se mide el vector de EMF. La entidad 500 de base de datos puede obtener la al menos una imagen asociada, o el al menos un rasgo de imagen asociado, con un cierto vector de EMF y la medida de incertidumbre obtenida del dispositivo 400 de medida. La entidad 500 de base de datos puede almacenar los datos en la unidad 544 de datos de sensor de fusión de la memoria 504. La entidad 500 de base de datos puede utilizar a continuación la imagen obtenida o el rasgo de imagen obtenido en la validación de los datos de medida, en la determinación de la medida de incertidumbre para la ubicación, etc. Además, los datos de imagen o de rasgo de imagen obtenidos pueden ser beneficiosos para la determinación de en qué posición a lo largo del camino de medida se encuentra el generador de mapas en un cierto punto de tiempo, mejorando de este modo la fiabilidad de los vectores de EMF medidos. Los datos de imagen o de rasgo de imagen obtenidos también pueden ser beneficiosos para la determinación de la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida. La imagen o el rasgo de imagen puede revelar la textura superficial del edificio, proporcionando de esta manera una fuente fiable para el posicionamiento de sensores de fusión, validación/autenticación de los vectores de EMF obtenidos, etc. En una realización una línea de control, tal como una línea blanca, está colocada en el suelo, en el techo, o en la pared del camino en el que se realizan las medidas. Esta línea de control puede ayudar a realizar un seguimiento de los movimientos del dispositivo de medida, al menos cuando el dispositivo de medida captura imágenes a lo largo del camino de medida. La línea de control puede estar equipada con puntos de control que son indistinguibles. Esta línea de control puede ayudar al generador de mapas a permanecer en el camino de medida deseado y correcto y los movimientos del generador de mapas se pueden detectar con mayor facilidad a lo largo del camino de medida.

Además, en una realización, la entidad 500 de base de datos puede proporcionar, previa petición, la al menos una imagen o el al menos un rasgo de imagen a un dispositivo de posicionamiento que debe determinar su ubicación dentro del edificio, donde la al menos una imagen es utilizable en descubrimiento de ubicación del dispositivo de posicionamiento en el edificio como parte de técnica de sensor de fusión. En otras palabras, puede ocurrir que el vector de EMF medido no localice con precisión al dispositivo de posicionamiento en una ubicación específica, por ejemplo, cuando el mapa de EMF comprende dos vectores de EMF substancialmente idénticos en dos ubicaciones diferentes. En esta situación, la imagen recibida o el rasgo de imagen recibido puede distinguir las dos ubicaciones diferentes. Puede ser que el dispositivo de posicionamiento tome imágenes del techo, por ejemplo. A continuación, el dispositivo de posicionamiento puede comparar la imagen capturada o el rasgo de imagen capturado con la información relacionada con la imagen recibida, y como resultado puede localizarse correctamente a sí mismo. Puede ser que el resultado de la comparación pueda afectar a la probabilidad de tener una hipótesis de posición correcta, por ejemplo. De esta manera, además del seguimiento de ubicación basado en EMF se puede utilizar el seguimiento de ubicación basado en imagen para mejorar la precisión. También se puede realizar seguimiento de ubicación utilizando las imágenes o los rasgos de imagen. El rasgo de imagen puede ser por ejemplo un histograma de patrones binarios locales (LBP), un histograma de colores, etc. La comunicación sólo del rasgo de imagen en lugar de la imagen entera da como resultado una cantidad reducida de recursos de comunicación aplicados y un posible tiempo de transmisión reducido.

En una realización la entidad 500 de base de datos obtiene información que indica el vector de EMF en al menos una ubicación conocida dentro del edificio 100 de al menos dos dispositivos de medida 400A y 400B diferentes,

como se muestra en la Figura 8. A continuación la entidad 500 de base de datos combina la información obtenida para representar el vector de campo magnético y la medida de incertidumbre del vector de campo magnético, cada uno de ellos como un único vector/escalar, en la al menos una ubicación conocida del mapa de EMF. La combinación se puede realizar individualmente/por separado para los tres ángulos que determinan la dirección del vector de EMF, e individualmente/por separado para la magnitud del vector de EMF en cada punto del mapa aplicando, por ejemplo, regresión de proceso Gaussiano – técnica que produce la media predictiva, y la varianza predictiva, es decir, la incertidumbre, del campo escalar modelado, concreto, en cada punto del mapa. Cada dispositivo de medida 400A y 400B puede contribuir de manera individual al ruido de observación, y a la varianza de un proceso Gaussiano concreto utilizado para modelar un campo escalar concreto. Por consiguiente, a cada dispositivo y/o a cada observación se le puede dar un factor de ponderación para producir una medida de incertidumbre combinada, es decir, una varianza predictiva, para un punto del mapa específico mediante la aplicación de la regresión de proceso Gaussiano.

Como se muestra, la estrategia de participación colectiva puede ser realizada de manera eficiente por un gran número de generadores de mapas de todo el mundo. Sin embargo, puede ser que las medidas proporcionadas no sean todas válidas, lo cual puede ser debido a fallos del dispositivo de medida, al funcionamiento eléctrico del dispositivo de medida, a actos intencionados o no intencionados del usuario que está asociado con el dispositivo de medida, etc. Por lo tanto, en una realización, la entidad 500 de base de datos puede determinar, utilizando el circuito 512 de validación, si un cierto vector de EMF obtenido es o no válido sobre la base de al menos uno de los siguientes: al menos una imagen obtenida, o al menos un rasgo de imagen obtenido, de los alrededores de la ubicación en la que se mide el cierto vector de EMF, propiedades estadísticas del cierto vector de EMF medido, cantidad de varianza en los datos de movimiento local proporcionados por uno o más sensores inerciales acoplados al dispositivo 400 de medida, una diferencia entre la dirección esperada del vector de EMF y la dirección medida del cierto vector de EMF, una velocidad media determinada durante la medida del cierto vector de EMF, una valoración estimada del generador de mapas (usuario) asociado con el dispositivo 400 de medida que midió el cierto vector de EMF, calidad de posicionamiento del mapa de EMF basado en el vector de EMF obtenido.

Echemos un vistazo a estos de manera individual. En una realización, la entidad 500 de base de datos puede tomar una decisión acerca de la validez del vector de EMF obtenido basándose al menos en parte en al menos una imagen obtenida o rasgo de imagen obtenido de los alrededores de la ubicación en la que se mide el cierto vector de EMF. Como se explicó anteriormente, la imagen obtenida o el rasgo de imagen obtenido puede indicar la ubicación en la que se ha medido el vector de EMF. Por ejemplo, se puede determinar si la imagen obtenida corresponde a la ubicación en la que presumiblemente se ha medido el vector de EMF o si la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida cumple ciertos criterios. De forma alternativa o adicional, la entidad 500 de base de datos puede comparar los rasgos de imagen con los rasgos de imagen asociados a datos de vector de EMF obtenidos por otros usuarios en el mismo área o en un área cercana, y determinar si los datos son válidos o no basándose en la similitud estadística de rasgos de imagen asociados a diferentes datos de vector de EMF obtenidos por otros usuarios del mismo área o del área cercana.

En una realización, la entidad 500 de base de datos puede tomar una decisión acerca de la validez del vector de EMF obtenido basándose al menos en parte en propiedades estadísticas del cierto vector de EMF medido. Las propiedades estadísticas pueden indicar, por ejemplo, cantidad de varianza en datos de movimiento local proporcionados por uno o más sensores 422 inerciales acoplados al dispositivo 400 de medida. Cuando el movimiento es rápido e intenso, el circuito 512 de validación puede decidir considerar inválido el vector de EMF obtenido. Esto es debido a que la cantidad esperada de movimiento local es relativamente baja, asumiendo que el generador de mapas ha realizado las medidas con una concentración requerida.

En una realización, la entidad 500 de base de datos puede tomar una decisión acerca de la validez del vector de EMF obtenido al menos basándose al menos en parte en una diferencia entre la dirección esperada del vector de EMF y la dirección medida del cierto vector de EMF. La dirección esperada se puede obtener sobre la base de un conocimiento a priori acerca de la ubicación del edificio y de la dirección conocida del campo magnético terrestre en la zona en la que está situado el edificio. Esta se puede obtener por ejemplo a partir del sensor 428 GPS, por ejemplo una antena GPS, del dispositivo 400 de medida. El dispositivo 400 de medida puede provocar la transmisión de la dirección del vector de EMF esperado a la entidad 500 de base de datos. Esto se puede utilizar, por ejemplo, para determinar si los datos recibidos son válidos o no. De forma alternativa, la entidad 500 de base de datos puede comprender información geomagnética, la cual puede indicar la dirección del vector de EMF en cualquier ubicación geográfica dada, o puede acceder a ella. En este caso, sólo es necesario que el dispositivo 400 de medida transmita la ubicación geográfica, no la dirección esperada. Por ejemplo, al camino virtual indicado por el generador de mapas se le puede asignar una dirección esperada del vector de EMF teniendo en cuenta el sistema de referencia del plano de planta del edificio. La dirección del vector de EMF medido a lo largo del camino debería corresponder estadísticamente con la dirección esperada. Esto puede garantizar que los datos se miden en la dirección indicada.

En una realización, la entidad 500 de base de datos puede tomar una decisión acerca de la validez del vector de EMF obtenido basándose al menos en parte en una velocidad media determinada durante la medida del cierto vector de EMF. La velocidad media se puede determinar basándose en la distancia y el tiempo utilizados para el proceso de medida. Cuando la velocidad media determinada indica una velocidad que excede un umbral

predeterminado, se puede determinar que el conjunto de datos obtenido es inválido. Por ejemplo, si la serie temporal del vector de campo magnético tiene una longitud de 2 segundos, pero el camino de medida indicado tiene una longitud de 20 metros, se puede determinar que los datos son inválidos.

5 En una realización, la entidad 500 de base de datos puede tomar una decisión acerca de la validez del vector de EMF obtenido basándose al menos en parte en una valoración estimada del generador de mapas (usuario) asociado con el dispositivo 400 de medida que midió el cierto vector de EMF. Dicho de otra manera, si el generador de mapas es conocido a priori como una fuente fiable de datos de vector de EMF y de datos de incertidumbre, el umbral para determinar que los datos recibidos procedentes del usuario son inválidos es relativamente alto.

10 En una realización, la entidad 500 de base de datos puede tomar una decisión acerca de la validez del vector de EMF obtenido basándose al menos en parte en calidad de posicionamiento del mapa de EMF basado en el vector de EMF obtenido. Por ejemplo, cuando se utilizan los datos obtenidos en el mapa de EMF y los datos proporcionan un descubrimiento de ubicación preciso, entonces se puede determinar que los datos son válidos. Como ejemplo adicional, en una realización, se pueden evaluar al menos dos conjuntos de datos estadísticamente en conflicto asociados a la misma área/ubicación basándose en análisis estadístico de la calidad de posicionamiento de cada conjunto de datos. El conjunto de datos puede incluir, por ejemplo, el vector de EMF medido y la medida de incertidumbre. De esta manera, cuando el primer conjunto de datos proporciona buenas capacidades de posicionamiento, de acuerdo con un experimento empírico, por ejemplo) y el otro conjunto de datos no, se puede seleccionar el primer conjunto de datos como el conjunto de datos correcto. La buena capacidad de posicionamiento se puede determinar basándose, por ejemplo, en medidas estadísticas.

20 A continuación la entidad 400 de base de datos puede decidir además eliminar el cierto vector de campo magnético de la información obtenida o utilizar el cierto vector de campo magnético en la generación del mapa de campo magnético de interior, estando basada la decisión en la determinación de validez. De esta manera se pueden incrementar los cambios de proporcionar datos de vector de EMF válidos y fiables en el mapa de EMF, lo cual puede ser importante en la estrategia de participación colectiva.

25 En una realización, el dispositivo 400 de medida aplica un odómetro 424 en la determinación del movimiento del dispositivo 400 de medida. Esta estrategia de sensor de fusión puede además mejorar la fiabilidad de los datos obtenidos utilizables para el mapa de EMF. El movimiento puede comprender información que indica la posición, la orientación y la velocidad del dispositivo 400 de medida en función del tiempo, por ejemplo. El odómetro 424 se pueden utilizar para determinar el movimiento a partir de un neumático acoplado al dispositivo 400 de medida o a partir de una superficie que se mueve con respecto al dispositivo 400 de medida móvil, por ejemplo a partir del suelo. El dispositivo 400 de medida se puede acoplar a un neumático cuando el dispositivo 400 de medida se monta, por ejemplo, en un carrito de la compra. El carrito de la compra también puede proporcionar un montaje estable para el dispositivo 400 de medida y puede mejorar los cambios para una orientación tridimensional correcta del dispositivo 400 de medida. En una realización, el carrito de la compra puede estar equipado con varios magnetómetros que están separados por una distancia predeterminada, por ejemplo la longitud del carrito de la compra. Esto puede proporcionar más información y, por lo tanto, medidas de vector de EMF más precisas. A continuación el dispositivo 400 de medida puede transmitir los datos del odómetro a la entidad 500 de base de datos, la cual puede procesar los datos en el circuito 518 de procesamiento de sensor de fusión y puede aplicar finalmente los datos del odómetro, por ejemplo, en la determinación de la validez del vector de EMF obtenido.

40 En una realización, la entidad 500 de base de datos y, en concreto, el circuito 520 de valoración de usuarios, puede valorar usuarios, estando cada usuario asociado con al menos un dispositivo 400 de medida utilizado en la medida de un vector de EMF. La valoración se puede realizar sobre la base de al menos uno de los siguientes: determinación de validez de los vectores de campo magnético obtenidos de un usuario específico, tasa de utilización de datos obtenidos de un usuario específico, cantidad de datos recogidos por un usuario específico, cantidad de referencias a servicios de red social desde un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas, cantidad de anuncios asociados a un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas, cantidad de ingresos asociados a un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas. Consideremos a continuación éstas de manera individual.

50 En una realización, la valoración se puede basar al menos en parte en determinación de validez de los vectores de campo magnético obtenidos. De esta manera, la valoración para el generador de mapas se puede ver afectada por la incertidumbre asociada con el generador de mapas. Por ejemplo si la determinación de validación al menos la mayor parte de las veces indica datos válidos procedentes del usuario específico, al usuario se le puede dar mayor valoración que a un usuario asociado a menudo con datos inválidos.

55 En una realización, la valoración se puede basar al menos en parte en tasa de utilización de datos obtenidos de un usuario específico. Por ejemplo, si un cierto usuario ha contribuido en la generación de mapa de EMF para una ubicación que es usado (utilizado) a menudo por clientes con fines de descubrimiento/seguimiento de ubicación, al cierto usuario se le puede dar una Valoración alta.

En una realización, la valoración se puede basar al menos en parte en cantidad de datos recogidos por un usuario específico. Dicho de otra manera, cuando un usuario específico ha proporcionado muchos datos de mapa de EMF,

al usuario específico se le puede dar mayor valoración que a un usuario que ha proporcionado menos datos de mapa de EMF. Esto también puede tener en cuenta la determinación de validación.

5 En una realización, la valoración se puede basar al menos en parte en cantidad de referencias a servicios de red social desde un área específica en la que un usuario específico ha realizado medidas. La red social puede ser por ejemplo, Facebook, Twitter, Foursquare, etc. La referencia se puede referir a *check-ins* enviados a la red social, comentarios enviados a la red social, etc. Por ejemplo, cuando dichas referencias se originan desde un cierto área, se puede asumir que dicha área está densamente poblada con usuarios socialmente activos, posiblemente con necesidad de descubrimiento/seguimiento de ubicación y, lo más probablemente, asociados con un dispositivo capaz de dicho descubrimiento/seguimiento de ubicación. De esta manera, al usuario que ha contribuido en la generación de los datos de mapa de EMF para el área específica se le puede dar alta valoración ya que la tasa de utilización potencial de los datos del mapa es alta.

15 En una realización, la valoración se puede basar al menos en parte en cantidad de anuncios asociados a un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas. De manera similar a lo que ocurre para las referencias sociales, la cantidad de anuncios basados en ubicación, tales como anuncios de tiendas, para el área específica puede indicar alta cantidad de gente en el área importante desde el punto de vista comercial. Esto puede afectar a la valoración del generador de mapas. Generadores de mapas con alta valoración pueden haber generado datos de mapas para un área con alta densidad de gente, y/o con alto potencial comercial. Como ejemplo adicional, puede ser que los generadores de mapas que han generado datos de mapas de EMF para un área en la que los anunciantes están deseosos de proporcionar anuncios, tales como tiendas, aeropuertos, estaciones de ferrocarril, etc., tengan alta valoración. Puede ser que los anunciantes pueden no proporcionen necesariamente anuncios visuales en los edificios, sino que asocien el edificio o área con anuncios para móviles. En este ejemplo, cuando un dispositivo móvil entra en el área, el dispositivo móvil puede recibir un anuncio para móvil.

25 En una realización, la valoración se puede basar al menos en parte en cantidad de ingresos asociados a un área específica en la que un usuario específico ha realizado medidas. Esto se puede referir a cantidad de ingresos obtenidos de gente, o anunciantes que aplican los datos de la entidad 500 de base de datos en descubrimiento/seguimiento de ubicación. Como se ha dicho, la entidad 500 de base de datos puede comprender datos de mapas de EMF para un gran número de áreas de interior. Un usuario que tenga necesidad de seguimiento de ubicación puede solicitar dichos datos de mapas de EMF a la entidad 500 de base de datos. A cambio de los datos de mapas de EMF obtenidos, se le puede pedir al usuario que pague por los datos. Por lo tanto, a un generador de mapas, que ha proporcionado datos de mapas para un área que produce grandes ingresos, se le puede asignar una alta valoración.

30 La valoración del usuario (generador de mapas) se puede utilizar como criterio para seleccionar y ponderar muestras de datos en regresión e interpolación de mapas. Por ejemplo, cuando se reciben datos de mapas procedentes de muchos usuarios, la ponderación de los datos de mapas puede tener en cuenta las valoraciones de los muchos usuarios. Los datos proporcionados por un usuario con alta valoración se pueden ponderar más que los datos proporcionados por un usuario con una baja valoración.

35 En una realización, tras determinar que el dispositivo 400 de medida se encuentra en una ubicación predeterminada en la que se conoce un vector de EMF verdadero, se hace que tenga lugar al menos uno de los siguientes: un proceso de calibración de al menos el vector de EMF medido del dispositivo 400 de medida, donde el proceso de calibración aplica un parámetro de escalado determinado a partir de la diferencia entre el campo magnético medido y el campo magnético verdadero, establecimiento de conexión entre la entidad 500 de base de datos y el dispositivo 400 de medida para lanzar la ejecución un software para medidas de vector de EMF y/o para hacer posible la comunicación del al menos un vector de EMF medido desde el dispositivo 400 de medida a la entidad 500 de base de datos. La ubicación predeterminada en la que se conoce un vector de EMF verdadero se puede obtener de muchas maneras. En una realización, el campo magnético verdadero se mide de manera fiable para la ubicación, por ejemplo durante el montaje de equipos en la ubicación predeterminada. Los valores de campo magnético verdadero en la ubicación predeterminada se pueden actualizar de acuerdo con ciertos intervalos apropiados. Los datos de campo magnético verdadero para la ubicación pueden comprender, la fuerza, el sesgo, es decir, el desfase, y la dirección. El vector de campo magnético verdadero se puede almacenar en una memoria. La ubicación predeterminada puede estar por ejemplo marcada de modo que el generador de mapas necesita colocar su dispositivo 400 de medida en la ubicación predeterminada. La ubicación predeterminada puede contener información de la orientación tridimensional del dispositivo 400 de medida que se debe aplicar cuando éste se coloca en la ubicación predeterminada. Por ejemplo, la ubicación predeterminada puede ser encima de una mesa y se puede proporcionar al generador de mapas la información del campo magnético verdadero. La información del campo magnético verdadero se puede proporcionar, por ejemplo, de forma oral, o de forma visual.

50 Sin embargo, en una realización, como se muestra en la Figura 9, la ubicación predeterminada comprende una primera unidad 526 de identificación por radio frecuencia (RFID). La primera unidad 526 RF puede determinar que el dispositivo 400 de medida, que comprende una segunda unidad 426 RFID, está acoplado a la primera unidad 526 RFID, siendo conocido el campo magnético verdadero en la ubicación de la primera unidad 526 RFID. Valores del campo magnético verdadero, tales como la fuerza y dirección, pueden estar almacenados en la memoria 900

- 5 acoplada operativamente a la primera unidad 526 RFID. Cuando se establece una conexión entre las unidades RFID 426 y 526, se puede determinar que el dispositivo 400 de medida (que comprende la unidad 426 RFID) está muy cerca de la primera unidad 526 RFID, es decir, en la ubicación predeterminada. A continuación los circuitos 902, 412 de calibración & corrección pueden llevar a cabo un proceso de calibración. La primera unidad 526 RFID puede estar conectada operativamente a la entidad 500 de base de datos y/o contenida en ella. En este caso, se pueden utilizar la memoria 540 y el circuito 514 de calibración & corrección de la entidad 500 de base de datos. Sin embargo, la primera unidad 526 RFID también puede ser una entidad independiente en el sistema para generación del mapa basado en EMF de interior.
- 10 El proceso de calibración se puede llevar a cabo de diferentes maneras. Consideremos el caso en el que dos unidades RFID 426 y 526 están conectadas la una a la otra. La primera unidad 426 RFID puede recibir la información de campo magnético verdadero procedente de la segunda unidad 526 RFID. A continuación el dispositivo 400 de medida puede aplicar la información recibida en la calibración del magnetómetro para que el magnetómetro proporcione datos de vector de EMF precisos y verdaderos. De forma alternativa, el dispositivo 400 de medida puede aplicar la información recibida en la corrección de cada valor proporcionado por el magnetómetro para proporcionar datos de vector de EMF precisos y verdaderos a la entidad 500 de base de datos. En otra realización, la segunda unidad 526 RFID puede provocar la calibración del dispositivo 400 de medida o puede informar a la entidad 500 de base de datos de la corrección que es necesario utilizar para los datos de vector de EMF recibidos de este dispositivo 400 de medida específico. Debería ser evidente que la diferencia entre los vectores de EMF verdadero y medido se puede determinar en el dispositivo 400 de medida o en la segunda unidad 526 RFID, según sea el caso.
- 15 La calibración/corrección puede ser para la fuerza del vector de EMF. De forma alternativa o adicional, la calibración/corrección puede ser para la dirección del vector de EMF, o para el sesgo (desfase) del vector de EMF. Para calibración/corrección de la dirección, el proceso de calibración aplica una rotación al sistema de coordenadas del magnetómetro determinado a partir de la diferencia entre las direcciones de los vectores de campo magnético medido y verdadero. El proceso de calibración también puede calibrar/corregir datos relacionados con la dirección y/o la fuerza del vector de aceleración medido que representa la dirección de la fuerza gravitatoria G. Para esto, se puede determinar previamente el verdadero valor para G para la ubicación predeterminada.
- 20 En una realización, el proceso de calibración puede tener en cuenta el estado eléctrico del dispositivo 400 de medida y/o el estado mecánico, es decir, un factor de desgaste, del dispositivo 400 de medida. Por ejemplo, el dispositivo de medida y, en concreto, el circuito 412 de calibración & corrección puede realizar calibración/corrección en tiempo real para los datos EMF medidos dependiendo del estado eléctrico del dispositivo 400 de medida. Para esto, el dispositivo 400 de medida puede estar precodificado con información sobre cuánto distorsiona cada estado eléctrico el valor del vector de EMF verdadero. El factor de desgaste puede afectar al vector de EMF medido de modo que cada factor de desgaste puede tener sus propios valores de corrección a aplicar.
- 25 En una realización, el software para las medidas de vector de EMF, selección de camino de medida virtual, etc. se puede iniciar cuando el dispositivo 400 de medida se encuentra en la ubicación predeterminada. Esto puede ser posible por ejemplo cuando las unidades RFID 426 y 526 se comunican como corresponde. En una realización, la conexión a la entidad 500 de base de datos se puede establecer cuando el dispositivo de medida se encuentra en la ubicación predeterminada. Esto también se puede hacer mediante órdenes apropiadas procedentes de la primera unidad 526 RFID y/o utilizando información obtenida de la primera unidad 526 RFID, como por ejemplo la dirección de protocolo de internet (dirección IP) de la entidad 500 de base de datos. La ubicación predeterminada también puede ser beneficiosa para permitir que el generador de mapas conozca su ubicación exacta dentro del edificio.
- 30 Esto permite al generador de mapas seleccionar un camino/área de medida y ser capaz de identificar correctamente el camino/área a medir o el camino/área ya medido.
- 35 En otra realización adicional, la primera unidad 526 RFID facilita el descubrimiento/seguimiento de ubicación de un usuario permitiendo que el usuario se localice inicialmente a sí mismo dentro del edificio. Cuando la primera unidad 526 RFID está conectada operativamente a la entidad 500 de base de datos, la primera unidad 526 RFID también puede provocar transmisión de los datos del mapa de EMF al dispositivo de posicionamiento del usuario que desea realizar descubrimiento/seguimiento de ubicación basados en mapa de EMF.
- 40 En una realización, la entidad 500 de base de datos puede obtener al menos una actualización del mapa de campo magnético de interior con respecto a al menos uno de entre el vector de campo magnético y la medida de incertidumbre en al menos una ubicación de un dispositivo de posicionamiento que se quiere localizar dentro del edificio, por ejemplo dentro del edificio 100. Dicho de otra manera, el uno o más generadores de mapas que proporcionaron los datos del mapa en primer lugar pueden no ser los únicos que contribuyan a los datos del mapa dentro del edificio. Un usuario de un dispositivo de posicionamiento que aplica aplicación de descubrimiento/seguimiento de ubicación basada en EMF también puede contribuir al mapa proporcionando valores del vector de EMF medidos a la entidad 500 de base de datos. A continuación la entidad 500 de base de datos puede actualizar el mapa de EMF existente del edificio basándose en los valores del vector de EMF obtenidos. También se puede actualizar la incertidumbre asociada con la ubicación. Por ejemplo, cuantos más datos se
- 45
- 50
- 55

obtienen para una ubicación específica, más fiable es el mapa de EMF para la ubicación. Asimismo, cuando se determina que el descubrimiento de ubicación no está funcionando o que está proporcionando malos resultados para una cierta ubicación, entonces se puede ajustar en consecuencia la medida de incertidumbre asociada con los datos EMF para esa ubicación/área. De esta manera la medida de incertidumbre actualizada y/o el vector de EMF en el mapa de EMF pueden ser función del valor existente y del valor recién obtenido por el dispositivo de posicionamiento que está realizando el descubrimiento/seguimiento de ubicación basado en EMF.

En una realización, el mapa de EMF se puede ampliar cuando un generador de mapas proporciona datos para un área en el que el mapa de EMF existente en ese momento aún no proporciona información. Estos datos nuevos se pueden obtener del generador de mapas original o de cualquier dispositivo de posicionamiento que se está localizando a sí mismo utilizando el descubrimiento/seguimiento de ubicación basado en EMF. En el último caso, el dispositivo de posicionamiento no necesita seguir los caminos de medida virtuales proporcionados por la entidad 500 de base de datos, sino que el dispositivo de posicionamiento se puede mover con mayor libertad. Cuando el dispositivo de posicionamiento se aleja de un camino previamente medido, por ejemplo, se puede detectar la desviación del camino y se pueden añadir al mapa de EMF los vectores de EMF proporcionados por el dispositivo de posicionamiento, actualizando de esta forma el mapa de EMF. A partir de sensores inerciales acoplados al dispositivo de posicionamiento se puede obtener el movimiento del dispositivo de posicionamiento después de que el dispositivo de posicionamiento se haya alejado del área del mapa de EMF existente. Sin embargo, puede ser que se pueda asumir que la incertidumbre de los vectores de EMF proporcionados por los dispositivos de posicionamiento es baja para sólo una corta duración de tiempo después de salir del área de mapa de EMF porque el movimiento de cada dispositivo de posicionamiento puede ser impredecible después de desviarse del camino sobre el que se hace el seguimiento. Aun así, se pueden obtener actualizaciones del mapa de EMF en pequeños pasos cuando muchos dispositivos de posicionamiento se mueven aleatoriamente dentro del edificio.

En una realización, el plano de planta del edificio se conoce de antemano a partir de una correspondiente base de datos, por ejemplo. Sin embargo, en una realización, el plano de planta del edificio puede ser conformado por el dispositivo 400 de posicionamiento al mismo tiempo que se miden los vectores de EMF. Esto se puede realizar de tal manera que los datos de movimiento se obtengan de la unidad de medida inercial y/o del odómetro. Los datos de movimiento del dispositivo de medida pueden indicar la longitud del segmento recorrido, si el dispositivo de medida giró o no giró a lo largo del segmento, por ejemplo. Esto se puede utilizar para generar el plano de planta. Los vectores de EMF pueden ser conocidos al menos al principio y al final de segmentos medidos previamente. Estos vectores de EMF se pueden conocer para posicionar el dispositivo de medida a lo largo de un nuevo segmento, donde los segmentos medidos previamente pueden empezar o terminar en algún punto a lo largo del nuevo segmento. Esto puede ayudar a localizar los pasillos transversales con respecto a los nuevos segmentos.

En una realización, los datos de mapa de EMF proporcionados para un edificio 100 por múltiples dispositivos 400 de medida, posiblemente asociados con múltiples generadores de mapas, se hacen conmensurables. En una realización, la entidad 500 de base de datos puede obtener información relacionada con medidas de vector de campo magnético de una pluralidad de dispositivos 400 de medida, donde las medidas de vector de campo magnético corresponden a al menos una ubicación en la que los caminos de medida de los dispositivos 400 de medida se han solapado. Dicho de otra manera, los dispositivos 400 de medida pueden proporcionar datos de mapa de EMF para un área en la que múltiples dispositivos 400 de medida están o han estado moviéndose y cruzando unos los caminos de los otros. En la práctica, si varios dispositivos 400 de medida han realizado medidas EMF dentro del edificio y los caminos de medida aplicados por los múltiples dispositivos 400 de medida se solapan en algunas ubicaciones, las medidas del vector de EMF proporcionadas por los dispositivos 400 de medida todavía pueden diferir en la ubicación del solape debido a diferentes calibraciones de los dispositivos de medida, por ejemplo. Los dispositivos 400 de medida también pueden proporcionar la medida de incertidumbre de la medida de vector de EMF proporcionada, como se ha descrito anteriormente. La entidad 500 de base de datos puede estimar un vector de referencia de campo magnético verdadero a partir de las medidas de vector de campo magnético obtenidas basándose en al menos un criterio predeterminado. El al menos un criterio predeterminado puede producir como resultado una estimación del vector de referencia de campo magnético verdadero basada al menos en parte en un vector de campo magnético obtenido – medida de incertidumbre específica. De esta manera, por ejemplo, como vector de EMF de referencia se puede seleccionar (se puede estimar) el conjunto de datos (vector de EMF) más fiable. De forma alternativa, el al menos un criterio predeterminado puede producir como resultado la selección de un vector de campo magnético medio como vector de referencia de campo magnético verdadero. Además, de forma alternativa, una de las medidas de vector de campo magnético obtenido se puede seleccionar aleatoriamente como vector de referencia de campo magnético verdadero. Después de eso, la entidad 500 de base de datos puede comparar las otras medidas de vector de campo magnético no-de-referencia en la ubicación del solape con el vector de referencia de campo magnético verdadero.

A partir del resultado de la comparación, se puede determinar la calibración para las otras medidas de vector de campo magnético obtenidas, es decir, no-de-referencia, a partir de la ubicación del solape. Por ejemplo, se puede determinar un conjunto de datos – parámetros de calibración específicos para cada uno de los otros conjuntos de datos no-de-referencia correspondientes a diferentes dispositivos 400 de medida no-de-referencia. Los parámetros de calibración se pueden seleccionar de tal manera que los vectores de EMF calibrados procedentes de los dispositivos no-de-referencia coincidan con el vector de referencia de campo magnético verdadero. Los parámetros



de calibración pueden comprender, por ejemplo, factor de escalado y/o vector de sesgo. El escalado para el conjunto de datos de referencia (es decir, el vector de EMF de referencia) puede aplicar un factor de escalado de 1, por ejemplo. Para otro conjunto de datos correspondiente a dispositivo de medida no-de-referencia, el factor de escalado puede ser algo diferente a 1. En caso de que el vector de referencia de campo magnético verdadero sea la media de las medidas de vector de campo magnético obtenidas, el vector de referencia de campo magnético verdadero puede no coincidir perfectamente con ninguna de las medidas de vector de EMF obtenido. En este caso, el factor de escalado puede ser distinto de 1 para cada medida de vector de EMF obtenida. La calibración se puede determinar, por ejemplo, aplicando un método de mínimos cuadrados lineal o no-lineal. En una realización, la calibración para magnitud se obtiene por determinación de la diferencia entre los valores de magnitud de EMF entre el vector de EMF de referencia y un vector de EMF no-de-referencia.

Utilizando estos parámetros de calibración, cada conjunto de datos se puede hacer conmensurable y, por lo tanto, utilizable para la generación del mapa de EMF. La entidad 500 de base de datos puede aplicar los parámetros de calibración determinados a todas las medidas de campo magnético obtenidas a partir de los dispositivos de medida no-de-referencia correspondientes a las medidas de vector de campo magnético no-de-referencia para obtener medidas de vector de campo magnético conmensurables y utilizables para la generación del mapa de campo magnético de interior a partir de cada uno de la pluralidad de dispositivos (400) de medida. De esta manera, además del dispositivo de medida correspondiente al vector de referencia de campo magnético verdadero (es decir, un dispositivo de medida de referencia), para el mapa de EMF se pueden utilizar los datos de EMF obtenidos de los dispositivos de medida no-de-referencia. Dicha (re)calibración puede ser necesaria porque cada dispositivo 400 de medida puede proporcionar diferentes medidas EMF debido, por ejemplo, al diferente proceso de calibración por el que ha pasado el dispositivo 400 de medida, a diferente implementación de montaje (por ejemplo, dispositivo independiente vs. dispositivo montado en carrito de la compra), etc. Por ejemplo, la calibración de dos dispositivos puede haberse realizado en diferentes ambientes magnéticos. Asimismo, cuando un dispositivo de medida está montado en el carrito de la compra, por ejemplo, y el otro dispositivo de medida no lo está, las medidas de EMF proporcionadas pueden variar.

En una realización, se proporciona un sistema para generar un mapa de campo magnético de interior para el edificio 100. El sistema comprende al menos dos dispositivos 400 de medida y la entidad 500 de base de datos. Para mayor claridad dicho sistema se muestra en la Figura 10. El dispositivo 400 de medida que tiene un cierto sistema de referencia X', Y', Z' en comparación con el sistema de referencia X, Y, Z del plano de planta puede recorrer un camino 1002 desde (X1, Y1) hasta (X3, Y3) pasando por el punto (X2, Y2). El dispositivo 400 de medida puede medir el vector de EMF 208 a lo largo del camino 1002 y puede proporcionar los datos medidos a la entidad 500 de base de datos junto con información relacionada con medida de incertidumbre del vector de EMF medido. La transmisión de datos se puede hacer a través de un enlace 1000 de radio inalámbrico. Como se ha dicho, el dispositivo de medida puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil equipado al menos con magnetómetro. La entidad 500 de base de datos puede generar a continuación el mapa de campo magnético de interior para el edificio 100 sobre la base de al menos la información obtenida y el plano de planta, donde el mapa de campo magnético de interior comprende el vector de campo magnético y la medida de incertidumbre del vector de campo magnético para al menos una ubicación dentro del edificio 100. Cuando se determina la medida de incertidumbre, se puede utilizar la tangente al camino de medida como se ha descrito anteriormente, por ejemplo. Además, la entidad 500 de base de datos puede proporcionar, previa petición, al menos parte del mapa de campo magnético de interior generado a un dispositivo de posicionamiento que debe determinar su ubicación dentro del edificio 100.

En una realización se proporciona un método para generar un mapa de campo magnético de interior para el edificio. El método puede empezar con la determinación por parte del usuario de un camino/área de medida en el paso 1100. El camino o área a medir puede estar ligado al sistema de referencia del plano de planta del edificio. También se puede comprobar que el sistema de referencia del dispositivo de medida que mide los vectores de EMF en el área cumple ciertos criterios predeterminados. Esto se puede hacer utilizando al menos un acelerómetro y al menos un giróscopo, por ejemplo. En el paso 1102, se puede iniciar el proceso de medida y en el paso 1104 se pueden almacenar en la memoria una muestra de datos de vector de EMF medidos. Los datos pueden comprender el valor de EMF medido y posiblemente también información relacionada con la incertidumbre del vector de EMF medido, tal como la orientación tridimensional del dispositivo de medida. El inicio de la medida puede requerir una aprobación adicional por parte del generador de mapas, o se puede iniciar de manera automática. En el paso 1106 se determina si se ha alcanzado un final de la medida. Esto se puede saber porque un usuario introduce dicha información o por los datos de sensor de fusión que así lo indican. Los datos de sensor de fusión pueden comprender, por ejemplo, datos de la IMU, imágenes, datos del odómetro, otros datos del sistema de seguimiento de ubicación obtenidos por el sensor 430 de seguimiento de ubicación basado en RF de la Figura 4, etc. Si la respuesta para la determinación en el paso 1106 es positiva, el método avanza al paso 1108 en el que se determina si el usuario acepta los datos medidos. Sin embargo, en un proceso automatizado, este paso se puede omitir. Si la respuesta a la determinación del paso 1106 es negativa, el método vuelve al paso 1104. Como se ha dicho, en el paso 1108 se determina si el usuario acepta los datos medidos. Si la respuesta es positiva, los datos se envían a una entidad de base de datos en el paso 1110 y la entidad de base de datos puede generar un mapa de EMF basado en los datos recibidos en el paso 1112. Sin embargo, si la respuesta a la determinación en el paso 1108 es negativa, el método vuelve al paso 1000.

Tal como se utiliza en esta solicitud de patente, el término "circuito" se refiere a todos los siguientes: (a) implementaciones de circuito sólo hardware, tales como implementaciones en circuito sólo analógico y/o sólo digital, y (b) combinaciones de circuitos y software (y/o firmware), tales como (según corresponda): (i) una combinación de uno o varios procesadores o (ii) partes de procesador(es)/software incluyendo uno o varios procesadores de señal digital, software, y una o varias memorias que trabajan en conjunto para hacer que un aparato realice diferentes funciones, y (c) circuitos, tales como uno o varios microprocesadores o una parte de uno o varios microprocesadores, que requieren software o firmware para su funcionamiento, incluso si el software o firmware no está físicamente presente. Esta definición de "circuito" aplica a todos los usos de este término en esta solicitud de patente. Como ejemplo adicional, tal y como se utiliza en esta aplicación, el término "circuito" también cubriría una implementación de solamente un procesador (o de múltiples procesadores) o una parte de un procesador y el software y/o firmware que lo acompaña. El término "circuito" también cubriría, por ejemplo y si fuera aplicable al elemento concreto, un circuito integrado de banda base o un circuito integrado de procesador de aplicaciones para un teléfono móvil o un circuito integrado similar de un servidor, un dispositivo de red celular, u otro dispositivo de red.

Las técnicas y métodos descritos en esta memoria se pueden implementar de varias maneras. Por ejemplo, estas técnicas se pueden implementar en hardware (uno o más dispositivos), firmware (uno o más dispositivos), software (uno o más módulos), o combinaciones de éstos. Para una implementación hardware, el uno o varios aparatos de las realizaciones se pueden implementar dentro de uno o más circuitos integrados específicos de aplicación (ASICs), procesadores de señal digital (DSPs), dispositivos de procesamiento de señal digital (DSPDs), dispositivos lógicos programables (PLDs), matrices de puertas programables in-situ (FPGAs), procesadores, controladores, microcontroladores, microprocesadores, otras unidades electrónicas diseñadas para realizar las funciones descritas en esta memoria, o una combinación de éstos. Para firmware o software, la implementación se puede llevar a cabo a través de módulos de al menos un conjunto de chips (por ejemplo, procedimientos, funciones, etc.) que realizan las funciones descritas en esta memoria. Los códigos software pueden estar almacenados en una unidad de memoria y pueden ser ejecutados por procesadores. La unidad de memoria puede estar implementada dentro del procesador o externamente al procesador. En este último caso, la unidad de memoria puede estar acoplada comunicativamente al procesador a través de diferentes medios, como se conoce en la técnica. Además, los componentes de los sistemas descritos en esta memoria se pueden reorganizar y/o complementar mediante componentes adicionales para facilitar los logros de los diferentes aspectos, etc., descritos con respecto a ella, y no están limitados a las configuraciones precisas descritas en las figuras proporcionadas, como apreciará un experto en la técnica.

De esta forma, de acuerdo con una realización, el aparato comprende medios de procesamiento configurados para llevar a cabo realizaciones de cualquiera de las Figuras 1 a 11. En una realización, el al menos un procesador 402 ó 502, la memoria 404 ó 504, respectivamente, y un código de programa informático correspondiente conforman una realización de medios de procesamiento para llevar a cabo las realizaciones de la invención.

Realizaciones como las descritas también se pueden llevar a cabo en forma de un proceso informático definido por un programa informático. El programa informático puede ser en forma de código fuente, en forma de código objeto, o en alguna forma intermedia, y se puede almacenar en alguna forma de soporte, el cual puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de transportar el programa. Por ejemplo, el programa informático se puede almacenar en un medio de distribución de programas informáticos que pueda ser leído por un ordenador o por un procesador. El medio de programa informático puede ser, por ejemplo pero no limitado a, un medio de registro, una memoria informática, una memoria de sólo lectura, una señal portadora eléctrica, una señal de telecomunicaciones, y un paquete de distribución de software, por ejemplo.

Aunque la invención se ha descrito anteriormente con referencia a un ejemplo de acuerdo con los dibujos adjuntos, es evidente que la invención no está restringida a ello sino que puede ser modificada de varias maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato (400; 500) para generar un mapa (440; 540) de campo magnético de interior para un edificio (100), que comprende al menos un procesador (402; 502) y al menos una memoria (404; 504) que incluye un código de programa informático, donde la al menos una memoria (404; 504) y el código de programa informático están configurados para, con el al menos un procesador (402; 502), hacer que el aparato (400; 500) al menos:
- 5 obtenga información que indica un vector de campo magnético medido en al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), donde el vector de campo magnético medido representa magnitud y dirección del campo magnético terrestre (208) afectado por las estructuras locales del edificio (100), y en el cual la al menos una ubicación conocida está definida en un sistema de referencia de un plano de planta (442; 542) del edificio (100); y
- 10 genere el mapa (440; 540) de campo magnético de interior para al menos una parte del edificio (100) sobre la base de al menos la información obtenida que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) y el plano de planta (442; 542), donde el mapa (440; 540) de campo magnético de interior comprende el vector de campo magnético medido para la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100);
- 15 **caracterizado** por que la al menos una memoria (404; 504) y el código de programa informático están además configurados para, con el al menos un procesador (402; 502), hacer que el aparato (400; 500) además:
- 20 obtenga la información que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) a partir de al menos dos dispositivos (400A, 400B) de medida diferentes;
- combine la información obtenida que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) para representar el vector de campo magnético medido y
- 25 una medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), donde la medida de incertidumbre representa al menos uno de entre incertidumbre de la magnitud del vector de campo magnético e incertidumbre de la dirección del vector de campo magnético e indica fiabilidad específica para la ubicación del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida;
- 30 donde la generación del mapa de campo magnético de interior para la al menos parte del edificio (100) está basada además en la información relacionada con la medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), y donde el mapa de campo magnético de interior comprende además la medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido para la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100).
2. El aparato de la reivindicación 1, en el cual la medida de incertidumbre se determina sobre la base de al menos una de los siguientes: varias medidas de vector de campo magnético existentes en la ubicación conocida, una distancia física desde la ubicación conocida hasta al menos una medida de vector de campo magnético existente, una cantidad de desviación entre al menos dos medidas de vector de campo magnético diferentes para la ubicación conocida, una cantidad de varianza en los datos de movimiento local proporcionados por uno o más sensores inerciales acoplados al dispositivo (400) de medida que midió el vector de campo magnético en la ubicación conocida, un modelo y/o tipo específico(s) del dispositivo (400) de medida, un estado eléctrico del dispositivo (400) de medida, una ubicación geográfica del dispositivo (400) de medida, un sello temporal de la al menos una medida de vector de campo magnético existente en la ubicación conocida.
3. El aparato de la reivindicación 1 ó 2, donde se hace además que el aparato (400; 500):
- 45 obtenga información que indica una orientación tridimensional del dispositivo (400) de medida en el al menos un instante de tiempo en el que se mide el vector de campo magnético, donde el vector de campo magnético obtenido se mide mediante el dispositivo (400) de medida y se define en un sistema de referencia del dispositivo (400) de medida; y
- ajuste el vector de campo magnético obtenido pasándolo del sistema de referencia del dispositivo (400) de medida al sistema de referencia del plano de planta (442; 542) sobre la base de la información obtenida que indica la orientación tridimensional del dispositivo (400) de medida.
- 50 4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se hace además que el aparato (400; 500):
- obtenga información que indica un camino (102, 606, 1002) de medida virtual a lo largo del cual el dispositivo (400) de medida midió el vector de campo magnético, donde el camino (102, 606, 1002) de medida virtual está definido en el sistema de referencia del plano de planta (442; 542);

determine un vector (608) tangente al camino (102, 606, 1002) de medida virtual indicado en la dirección de movimiento del dispositivo (400) de medida; y

5 aplique el vector (608) tangente determinado en la determinación de cuál es la rotación alrededor del eje (Z) vertical del dispositivo (400) de medida en cualquier punto dado a lo largo del camino (102, 606, 1002) de medida virtual.

5. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde se hace además que el aparato (400; 500):

obtenga la información que indica el vector de campo magnético a partir de un dispositivo (400) de medida que ha medido el vector de campo magnético; y

10 proporcione, previa petición, al menos parte del mapa de campo magnético de interior generado a un dispositivo de posicionamiento que debe determinar su ubicación dentro del edificio (100).

6. El aparato de la reivindicación 5, donde se hace además que el aparato (400; 500):

15 proporcione al menos un camino o área de medida virtual candidato al dispositivo (400) de medida a lo largo de o en al menos uno de los cuales se le sugiere al dispositivo (400) de medida que mida el vector de campo magnético, donde la selección del al menos un camino o área de medida virtual candidato se basa al menos en parte en la incertidumbre específica de la ubicación del vector de campo magnético.

7. El aparato de la reivindicación 5 ó 6, donde se hace además que el aparato (400; 500):

20 obtenga al menos una imagen o rasgo de imagen de los alrededores de la ubicación dentro del edificio (100) en la que el vector de campo magnético es medido por el dispositivo (400) de medida, donde la al menos una imagen representa al menos uno de los siguientes: un suelo, un techo, al menos una pared, y la al menos una imagen se captura cuando el dispositivo (400) de medida tiene una orientación tridimensional predeterminada; y

proporcione, previa petición, la al menos una imagen o rasgo de imagen al dispositivo de posicionamiento que debe determinar su ubicación dentro del edificio (100), donde la al menos una imagen es utilizable en descubrimiento de ubicación del dispositivo de posicionamiento dentro del edificio (100).

25 8. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7 anteriores, donde se hace además que el aparato (400; 500):

30 determine si un cierto vector de campo magnético obtenido es válido o no sobre la base de al menos uno de los siguientes: al menos una imagen obtenida o al menos un rasgo de imagen obtenido de los alrededores de la ubicación donde se mide el cierto vector de campo magnético, propiedades estadísticas del cierto vector de campo magnético medido, una cantidad de varianza en datos de movimiento local proporcionados por uno o más sensores inerciales acoplados al dispositivo (400) de medida, una diferencia entre la dirección esperada del vector de campo magnético y la dirección medida del cierto vector de campo magnético, una velocidad media determinada durante la medida del cierto vector de campo magnético, una valoración estimada del usuario asociada con el dispositivo (400) de medida que midió el cierto vector de campo magnético; y

decida eliminar el cierto vector de campo magnético de la información obtenida o utilizar el cierto vector de campo magnético en la generación del mapa de campo magnético de interior, donde la decisión se basa en la determinación de validez.

9. El aparato de la reivindicación 8, donde se hace además que el aparato (400; 500):

40 valorar a usuarios, estando asociado cada usuario con al menos un dispositivo (400) de medida utilizado en medida de vector de campo magnético, sobre la base de al menos uno de los siguientes: una determinación de validez de los vectores de campo magnético obtenidos, una tasa de utilización de datos obtenidos de un usuario específico, una cantidad de datos recogidos por un usuario específico, una cantidad de referencias a servicios de red social procedentes de un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas, una cantidad de anuncios asociados a un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas, una cantidad de ingresos asociados a un área específica en la que un usuario específico ha hecho medidas.

10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9 anteriores, donde se hace además que el aparato (400; 500):

50 obtenga al menos una actualización de mapa de campo magnético de interior con respecto a al menos uno del vector de campo magnético y a la medida de incertidumbre en al menos una ubicación obtenidos de un dispositivo de posicionamiento que se debe localizar dentro del edificio (100), donde el dispositivo (400) de

posicionamiento está configurado para transmitir información relativa a al menos el vector de campo magnético medido.

11. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 10 anteriores, donde se hace además que el aparato (400; 500):

5 obtenga información relacionada con medidas de vector de campo magnético procedentes de una pluralidad de dispositivos (400) de medida, donde las medidas de vector de campo magnético corresponden a al menos una ubicación en la que se han solapado los caminos de medida de los dispositivos (400) de medida;

10 estime un vector de referencia de campo magnético verdadero a partir de las medidas de vector de campo magnético basándose en al menos un criterio predeterminado;

compare medidas de vector de campo magnético no-de-referencia obtenidas en la ubicación del solape con el vector de referencia de campo magnético verdadero;

determine calibración para las medidas de vector de campo magnético no-de-referencia basándose al menos en parte en el resultado de la comparación; y

15 aplique la calibración determinada a todas las medidas de campo magnético obtenidas de dispositivos (400) de medida correspondientes a las medidas de vector de campo magnético no-de-referencia para obtener medidas de campo magnético conmensurables y utilizables para la generación del mapa de campo magnético a partir de cada uno de la pluralidad de dispositivos (400) de medida.

12. El aparato de cualquier reivindicación anterior, donde se hace además que el aparato (400; 500):

20 tras determinar que el dispositivo (400) de medida se encuentra en una ubicación predeterminada en la que se conoce un vector de campo magnético verdadero, hacer que tenga lugar al menos uno de los siguientes: un proceso de calibración de al menos el vector de campo magnético medido del dispositivo (400) de medida, donde el proceso de calibración aplica un parámetro de escalado y/o un vector de sesgo determinado a partir de la diferencia entre las magnitudes de campo magnético medido y verdadero, un establecimiento de conexión entre una entidad (500) de base de datos y el dispositivo (400) de medida para lanzar la ejecución un software para medidas de vector de campo magnético y/o para hacer posible la comunicación del al menos un vector de campo magnético medido desde el dispositivo (400) de medida a la entidad (500) de base de datos.

13. Un método para generar un mapa de campo magnético de interior para un edificio (100), que comprende:

30 obtener información que indica un vector de campo magnético medido en al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), donde el vector de campo magnético medido representa magnitud y dirección del campo magnético terrestre (208) afectado por las estructuras locales del edificio (100), y donde la al menos una ubicación conocida está definida en un sistema de referencia de un plano (442; 542) de planta del edificio (100); y

35 generar el mapa (440; 540) de campo magnético de interior para al menos una parte del edificio (100) sobre la base de al menos la información obtenida que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) y el plano (442; 542) de planta, donde el mapa (440; 540) de campo magnético de interior comprende el vector de campo magnético medido para la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100);

40 **caracterizado** por que el método comprende además:

obtener la información que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) a partir de al menos dos dispositivos (400A, 400B) de medida diferentes;

45 combinar la información obtenida que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) para representar el vector de campo magnético medido y una medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), donde la medida de incertidumbre representa al menos una de entre incertidumbre de la magnitud del vector de campo magnético medido e incertidumbre de la dirección del vector de campo magnético e indica fiabilidad específica para la ubicación del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida;

50 donde la generación del mapa de campo magnético de interior para la al menos parte del edificio (100) está basada además en la información relacionada con la medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), y donde el mapa de

campo magnético de interior comprende además la medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido para la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100).

14. Un sistema para generar un mapa (440; 540) de campo magnético de interior para un edificio (100), que comprende:

5 al menos dos dispositivos (400; 400A, 400B) de medida, configurado cada uno de ellos para:

medir un vector de campo magnético en al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), donde el vector de campo magnético medido representa magnitud y dirección del campo magnético terrestre (208) afectado por la estructuras locales del edificio (100) y donde la al menos una ubicación conocida está definida en un sistema de referencia de un plano de planta (442; 542) del edificio (100); y

10 transmitir el vector de campo magnético medido a una entidad (500) de base de datos situada dentro de una red a través de un enlace (1000) de comunicación inalámbrica; y

teniendo la entidad (500) de base de datos acceso al plano de planta (442; 542) de al menos parte del edificio (100), estando configurada la entidad (500) de base de datos para:

15 recibir información que indica el vector de campo magnético procedente de al menos un dispositivo (400) de medida a través del enlace (1000) inalámbrico; y

20 generar el mapa (440; 540) de campo magnético de interior para al menos una parte del edificio (100) sobre la base de al menos la información obtenida que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) y el plano de planta (442; 542), donde el mapa (440; 540) de campo magnético de interior comprende el vector de campo magnético medido para la al menos una ubicación conocida dentro a través de del edificio (100);

**caracterizado** por que la entidad (500) de base de datos está además configurada para:

25 obtener la información que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) a partir de los al menos dos dispositivos (400A, 400B) de medida;

combinar la información obtenida que indica el vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100) para representar el vector de campo magnético medido;

30 obtener información relacionada con una medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), donde la medida de incertidumbre representa al menos una de entre incertidumbre de la magnitud del vector de campo magnético e incertidumbre de la dirección del vector de campo magnético e indica fiabilidad específica de la ubicación del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida; y

35 proporcionar, previa petición, al menos parte del mapa de campo magnético de interior generado a un dispositivo de posicionamiento que debe determinar su ubicación dentro del edificio (100);

40 donde la generación del mapa de campo magnético de interior para la al menos parte del edificio (100) se basa además en la información relacionada con la medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido en la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100), y donde el mapa de campo magnético de interior comprende además la medida de incertidumbre del vector de campo magnético medido para la al menos una ubicación conocida dentro del edificio (100).

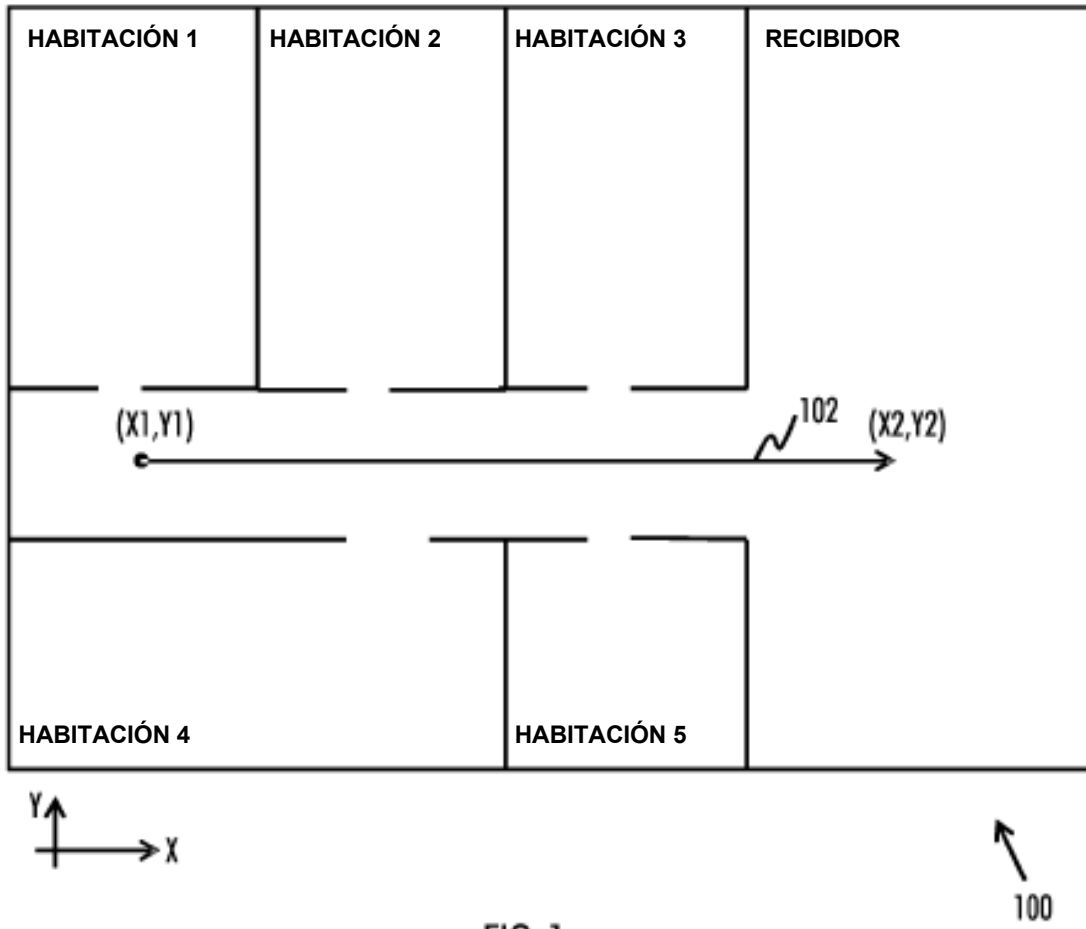


FIG. 1

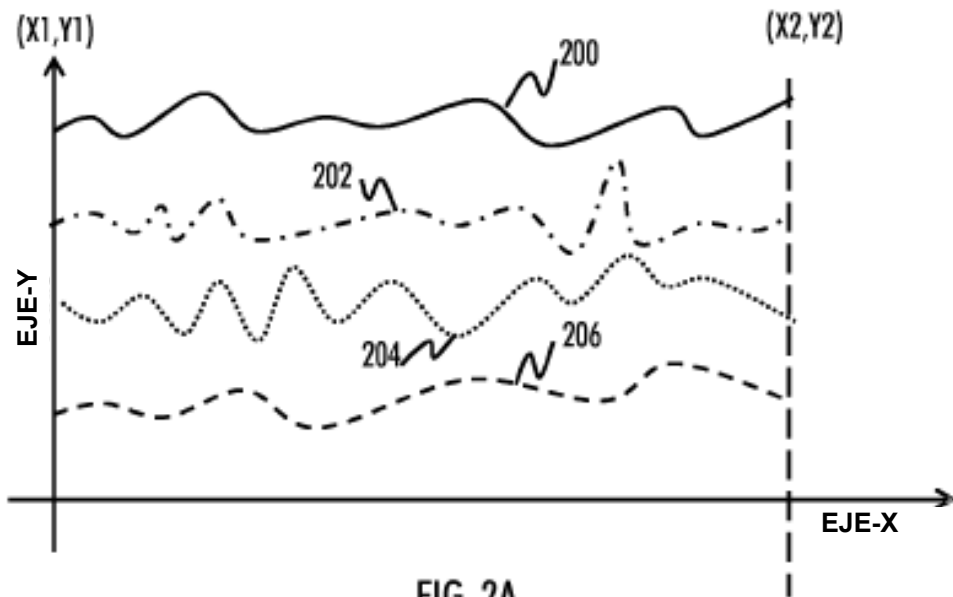


FIG. 2A

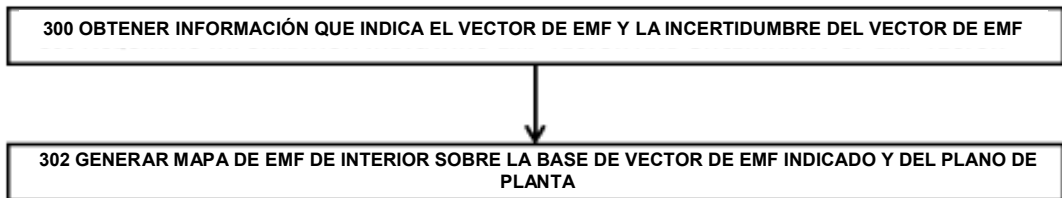
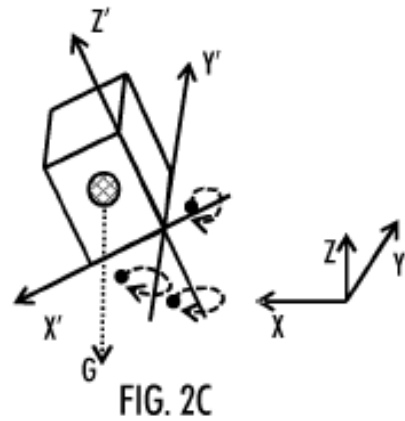
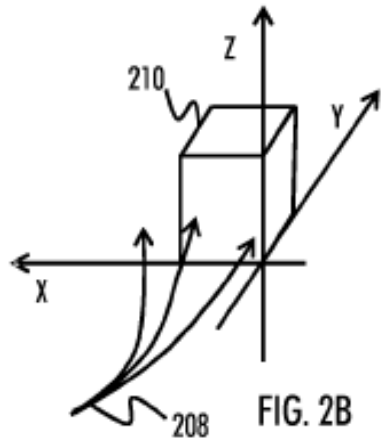


FIG. 3

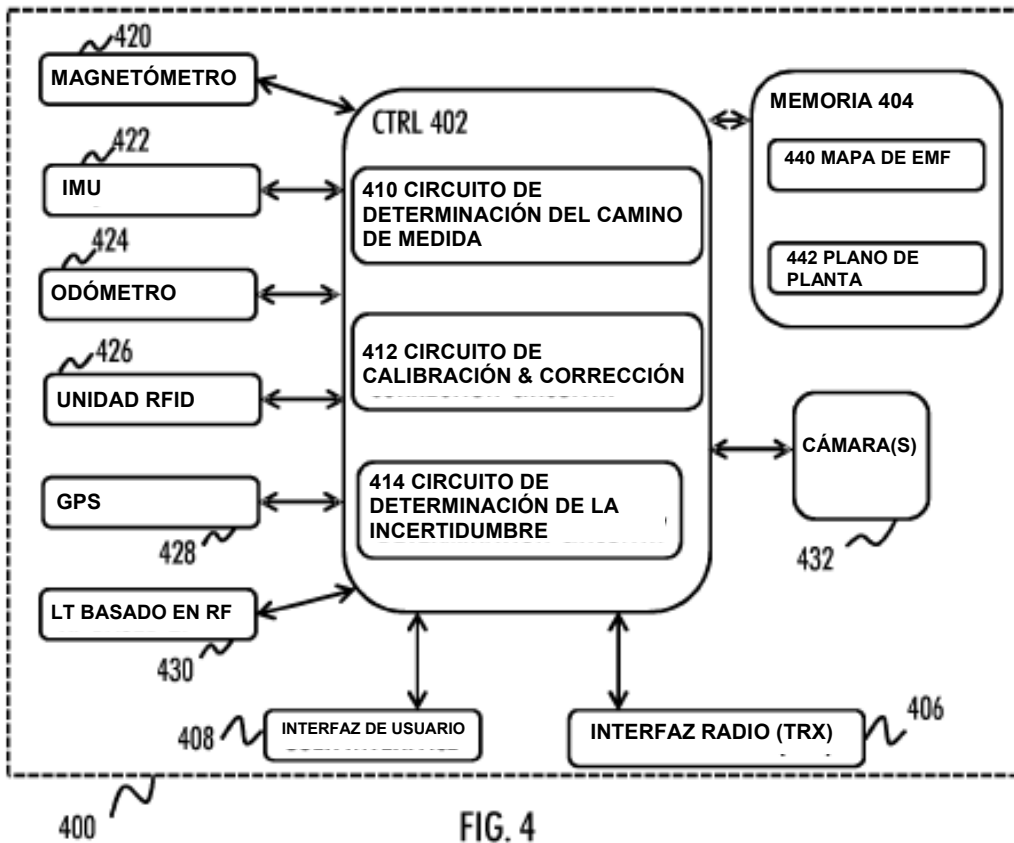


FIG. 4



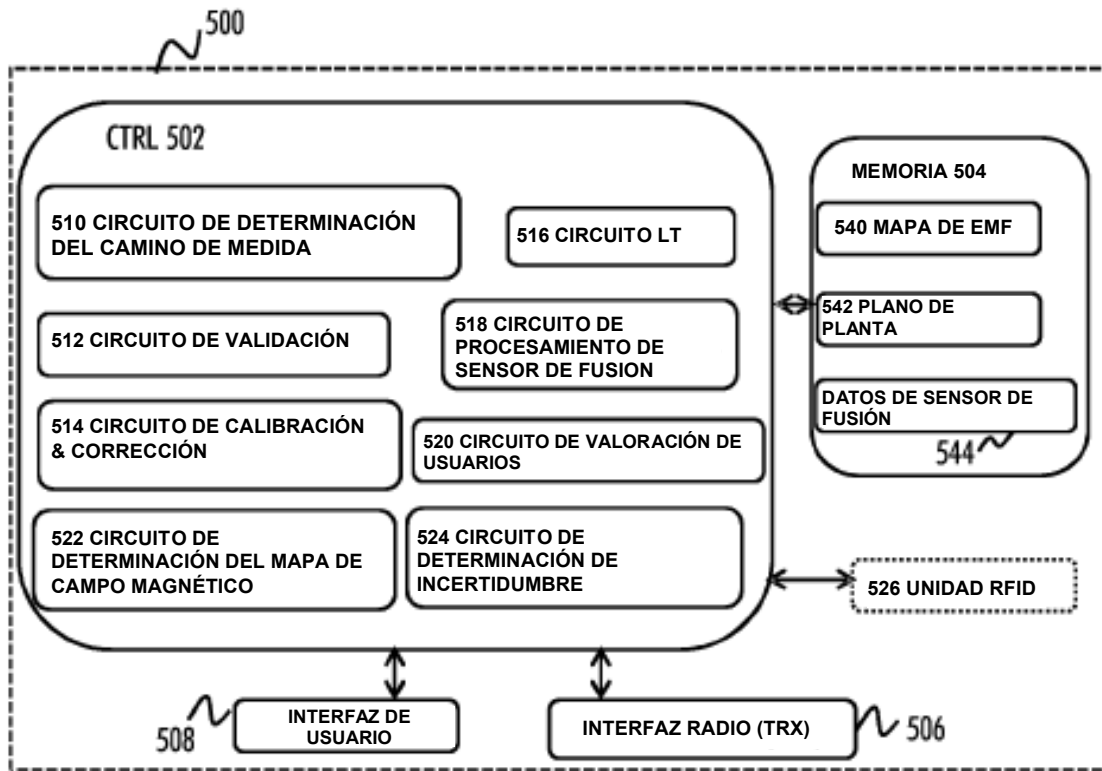
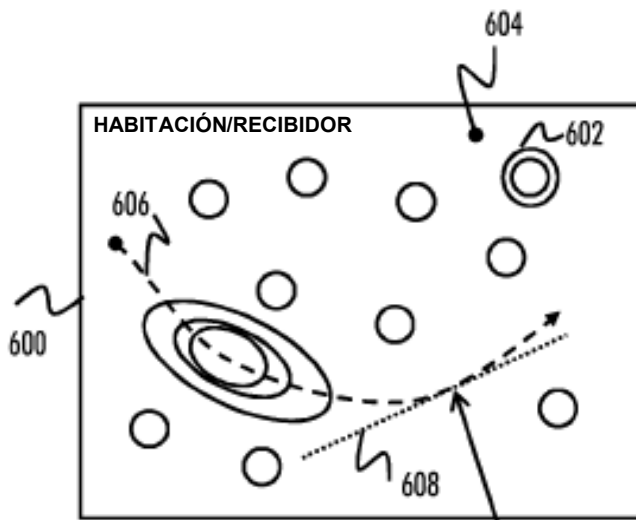


FIG. 5



○ UBICACIÓN MEDIDA ANTERIORMENTE

--- CAMINO DE MEDIDA VIRTUAL

--- TANGENTE AL CAMINO DE MEDIDA EN EL PUNTO (X1, Y1)

FIG. 6A

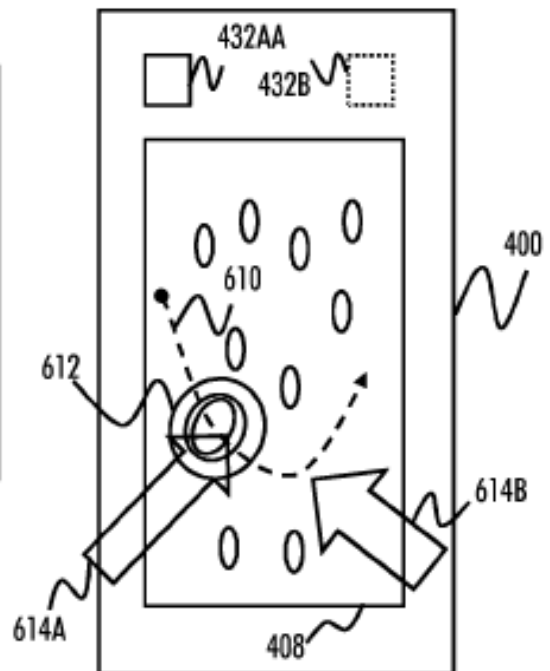


FIG. 6B

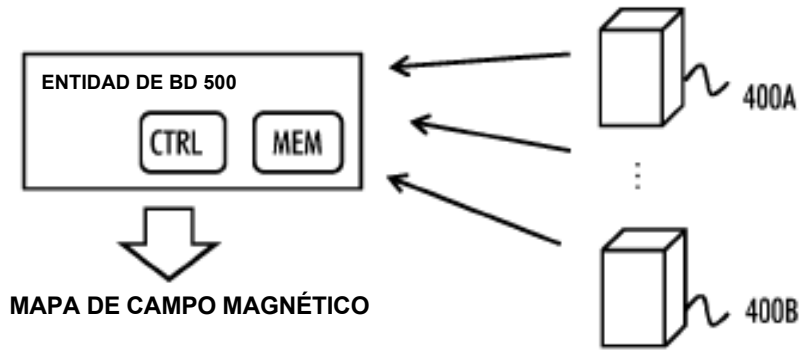
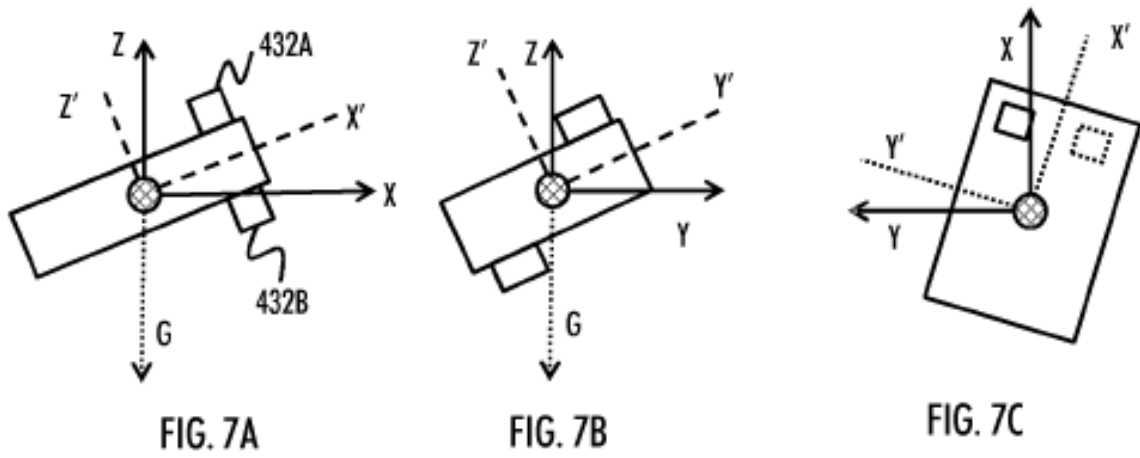


FIG. 8

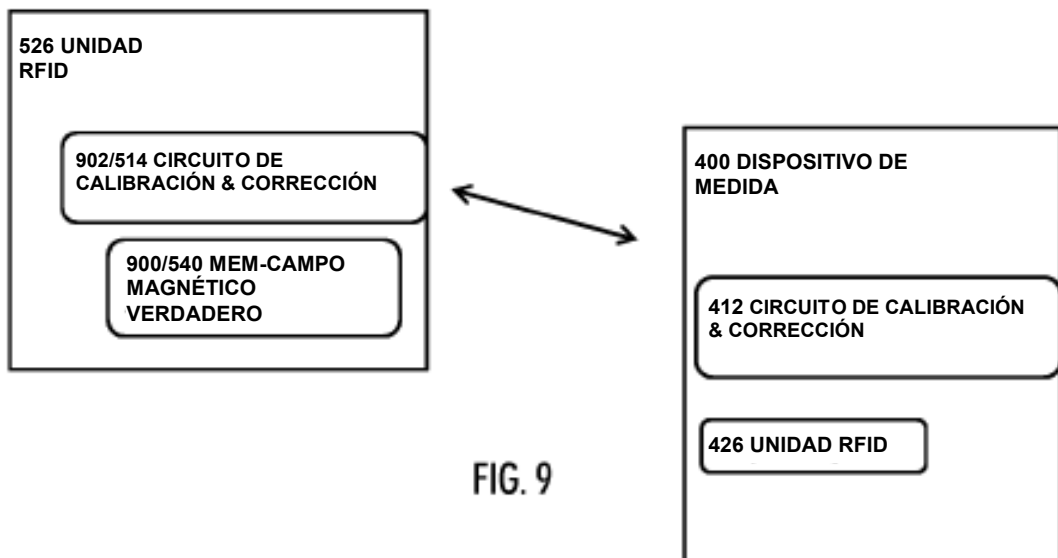


FIG. 9

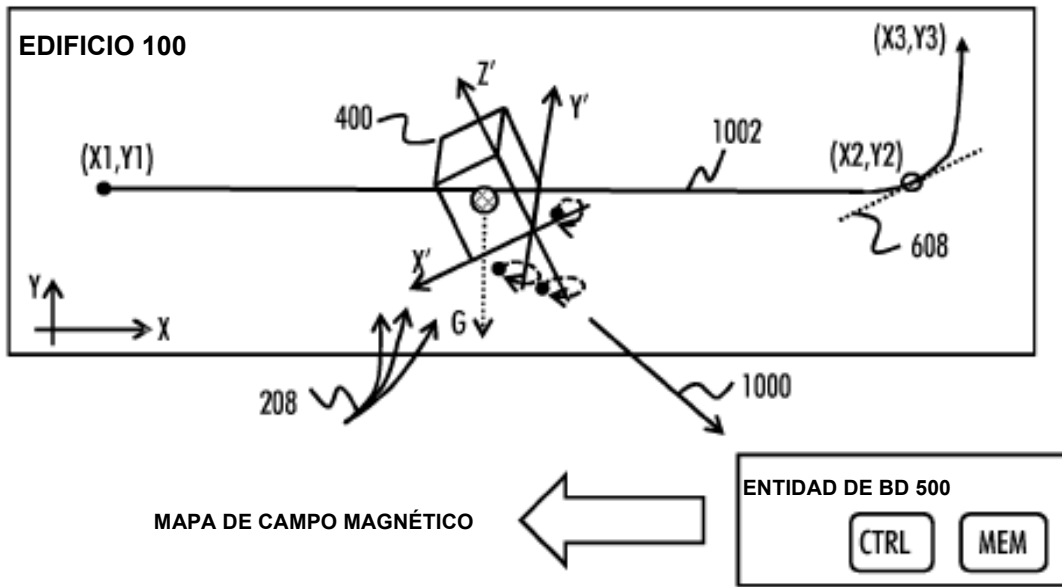


FIG. 10

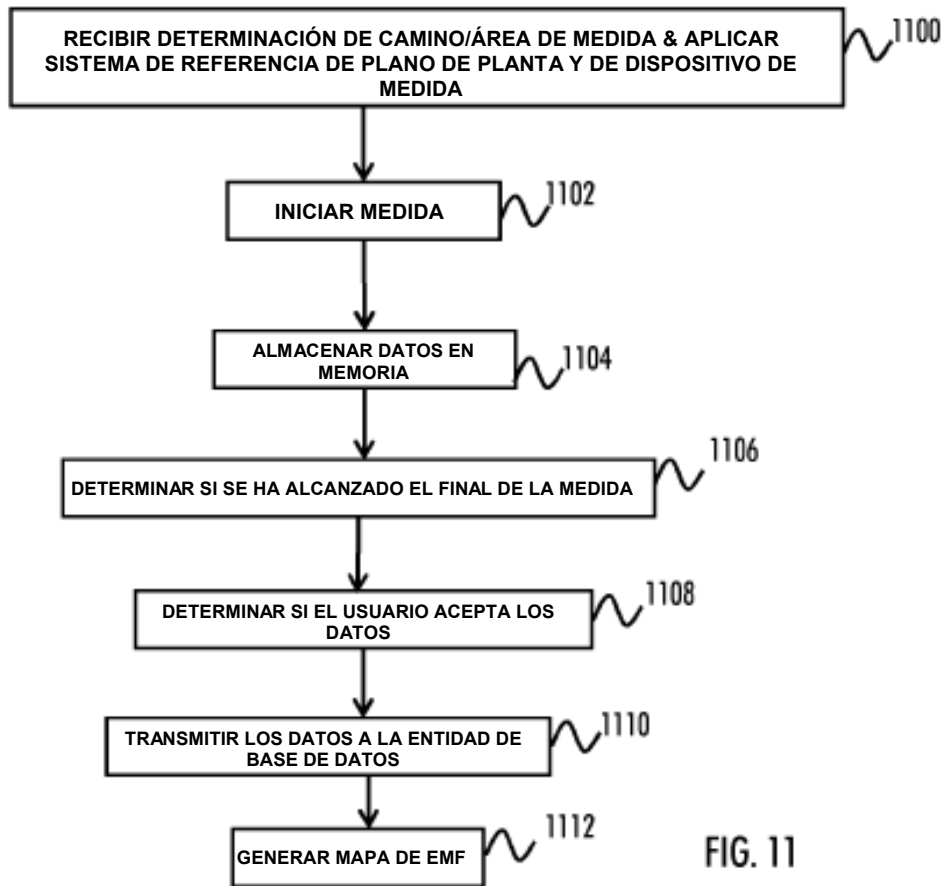


FIG. 11