

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 720 373**

21 Número de solicitud: 201930034

51 Int. Cl.:

G01R 33/02 (2006.01)
G01R 35/00 (2006.01)
H04N 13/332 (2008.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

18.01.2019

30 Prioridad:

19.01.2018 US 62/619,624

43 Fecha de publicación de la solicitud:

19.07.2019

71 Solicitantes:

**ASCENSION TECHNOLOGY CORPORATION
(100.0%)
120 Graham Way
05482 Shelburne VT Vermont US**

72 Inventor/es:

**SCHNEIDER, Mark Robert;
ROBERTSON, Charles y
DURFEE, Joseph Bruce**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

54 Título: **CALIBRACIÓN DE UN TRANSMISOR MAGNÉTICO**

57 Resumen:

Dispositivo de calibración que comprende: una pluralidad de sensores magnéticos colocados en el dispositivo de calibración que definen un espacio; un controlador configurado para posicionarse en el espacio definido por la pluralidad de sensores magnéticos, en el que el controlador incluye un transmisor magnético; y uno o más procesadores configurados para: hacer que el transmisor magnético genere campos magnéticos; recibir señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de los campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos; calcular, encontrar en las señales de la pluralidad de sensores magnéticos, posiciones y orientaciones de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del transmisor magnético; y determinar si las posiciones y orientaciones calculadas de la pluralidad de sensores magnéticos están dentro de uno o más límites de umbral de posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

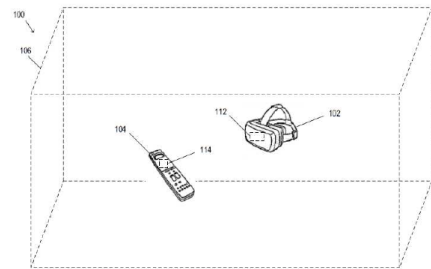


FIG. 1

CALIBRACIÓN DE UN TRANSMISOR MAGNÉTICO

DESCRIPCIÓN

5 Reivindicación de prioridad

Esta solicitud reivindica prioridad según la 35 USC §119(e) de la solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 62/619,624, presentada el 19 de enero de 2018, cuyo contenido completo se incorpora aquí como referencia.

Campo técnico

10 Esta descripción se refiere a la calibración de un transmisor magnético.

Antecedentes

La Realidad Aumentada (AR), la Realidad Virtual (VR) y otros sistemas pueden usar sistemas de Rastreo Electromagnético (EMT) para ayudar a la ubicación de los dispositivos en diversos contextos (por ejemplo, artefactos médicos, etc.). Dichos sistemas utilizan un transmisor magnético cerca de un sensor magnético de tal manera que el sensor y el transmisor pueden ubicarse espacialmente entre sí. La calibración incorrecta del transmisor con respecto al sensor (o viceversa) puede hacer que el sistema EMT informe las posiciones incorrectas del sensor o transmisor.

Resumen

20 La calibración de un transmisor magnético se puede realizar colocando el transmisor en un dispositivo de calibración que incluye una pluralidad de sensores magnéticos colocados en diversas ubicaciones y orientaciones conocidas en el dispositivo de calibración. El transmisor puede generar uno o más campos magnéticos, y la pluralidad de sensores espaciados en ubicaciones conocidas del dispositivo de calibración recibe los campos magnéticos generados y convierte los campos magnéticos en una o más señales eléctricas indicativas de la posición y orientación del sensor respectivo al transmisor. En particular, un sistema informático recibe las señales eléctricas de cada sensor y convierte las señales eléctricas en datos de posición y orientación (P&O) que indican la posición y orientación del sensor respectivo en relación con el transmisor.

30 Debido a que se conoce la posición y orientación de cada sensor con respecto al transmisor, se puede determinar si las señales eléctricas generadas por la pluralidad de sensores representan con precisión las posiciones y orientaciones de los sensores con respecto al transmisor. Si se determina que las señales generadas por la pluralidad de sensores no proporcionan una representación precisa de la relación de posición entre los sensores y los transmisores, el sistema informático puede determinar uno o más factores de corrección de calibración utilizando un algoritmo de calibración. Los factores de corrección de calibración se

pueden usar para calibrar el transmisor particular de modo que los campos magnéticos generados por el transmisor resulten en una determinación precisa de las posiciones y orientaciones del sensor en relación con el transmisor (por ejemplo, y una determinación precisa de las posiciones y orientaciones de los sensores usados en sistemas AR, VR, y/o EMT).

5

En general, en un aspecto, un dispositivo de calibración incluye una pluralidad de sensores magnéticos posicionados en el dispositivo de calibración, la pluralidad de sensores magnéticos que definen un espacio, un controlador configurado para posicionarse en el espacio definido por la pluralidad de sensores magnéticos, en donde el controlador incluye un transmisor magnético y uno o más procesadores configurados para hacer que el transmisor magnético genere una pluralidad de campos magnéticos, recibe señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos, calcular con base recibida en las señales de la pluralidad de sensores magnéticos, las posiciones y orientaciones de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del controlador y el transmisor magnético, y determinar si las posiciones y orientaciones calculadas de la pluralidad de sensores magnéticos están dentro de uno o más límites de umbral de posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

10

15

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características.

20

En algunas implementaciones, el uno o más procesadores están configurados para determinar, con base en un algoritmo de calibración, uno o más factores de corrección de calibración para el transmisor magnético según las diferencias entre las posiciones y orientaciones medidas de la pluralidad de sensores magnéticos y las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

25

En algunas implementaciones, el uno o más procesadores están configurados además para crear un archivo de calibración que incluye los factores de corrección de calibración y aplicar el archivo de calibración al transmisor magnético.

En algunas implementaciones, el uno o más límites de umbral son cero, de tal manera que los factores de corrección de calibración se determinan para el transmisor magnético independientemente de las diferencias entre las posiciones y orientaciones medidas de la pluralidad de sensores magnéticos y las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

30

En algunas implementaciones, el dispositivo de calibración incluye una montura que está configurada para sostener el controlador y el transmisor magnético en una posición y orientación fijas con respecto a la pluralidad de sensores.

35

En algunas implementaciones, el controlador está configurado para comunicarse con el dispositivo de calibración.

En algunas implementaciones, el controlador está configurado para su uso en uno de los dos sistemas de Realidad Aumentada (AR) o en un sistema de Realidad Virtual (VR).

- 5 En algunas implementaciones, al menos parte de la pluralidad de sensores magnéticos se fijan de manera extraíble al dispositivo de calibración.

En algunas implementaciones, al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos están unidos de manera móvil al dispositivo de calibración, de modo que uno o ambos de la posición u orientación de al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos son
10 ajustables

En algunas implementaciones, el uno o más procesadores están en comunicación con un conmutador de multiplexación que permite que uno o más procesadores reciban las señales de cada uno de la pluralidad de sensores magnéticos en serie.

- En algunas implementaciones, el dispositivo de calibración incluye una montura que está
15 configurada para aceptar un controlador de referencia que incluye un transmisor magnético calibrado, y el uno o más procesadores también están configurados para hacer que el transmisor magnético calibrado genere una segunda pluralidad de campos magnéticos, recibir segundas señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la segunda pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de
20 sensores magnéticos, y calcular, basándose en las segundas señales recibidas de la pluralidad de sensores magnéticos, las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos en relación con una posición y orientación del controlador de referencia y el transmisor magnético calibrado.

- En algunas implementaciones, uno o más factores de corrección de calibración se determinan
25 para uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos antes de su uso en el dispositivo de calibración.

- En algunas implementaciones, el uno o más procesadores están además configurados para crear uno o más archivos de calibración que incluyen los factores de corrección de calibración y aplicar el uno o más archivos de calibración al uno o más de la pluralidad de sensores
30 magnéticos.

- En general, en un aspecto, un sistema incluye un controlador que incluye un transmisor magnético, y un dispositivo de calibración que comprende un alojamiento, una pluralidad de sensores magnéticos colocados en el alojamiento y un soporte colocado dentro del alojamiento que está configurado para aceptar el controlador. El sistema también incluye un
35 sistema informático en comunicación con el dispositivo de calibración. El sistema informático está configurado para hacer que el transmisor magnético genere una pluralidad de campos

magnéticos, reciba señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos, calcular, con base en la señales recibidas de la pluralidad de sensores magnéticos, posiciones y orientaciones de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del controlador y el transmisor magnético, y determinar si las posiciones y orientaciones calculadas de la pluralidad de sensores magnéticos están dentro de uno o más límites de umbral de posiciones conocidas y orientaciones de la pluralidad de sensores magnéticos.

Las implementaciones pueden incluir una o más de las siguientes características.

10 En algunas implementaciones, el sistema informático está además configurado para determinar, en función de un algoritmo de calibración, uno o más factores de corrección de calibración para el transmisor magnético en función de las diferencias entre las posiciones y orientaciones medidas de la pluralidad de sensores magnéticos y las orientaciones y posiciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

15 En algunas implementaciones, el sistema informático está además configurado para crear un archivo de calibración que incluye los factores de corrección de calibración y aplicar el archivo de calibración al transmisor magnético.

20 En algunas implementaciones, la montura está configurada para mantener el controlador y el transmisor magnético en una posición y orientación fijas con respecto a la pluralidad de sensores.

En algunas implementaciones, el controlador está configurado para comunicarse con uno o ambos del sistema informático o el dispositivo de calibración.

En algunas implementaciones, el controlador está configurado para su uso en uno de los dos sistemas de Realidad Aumentada (AR) o en un sistema de Realidad Virtual (VR).

25 En algunas implementaciones, al menos parte de la pluralidad de sensores magnéticos se fijan de manera extraíble al dispositivo de calibración.

30 En algunas implementaciones, al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos están unidos de manera móvil al dispositivo de calibración de tal manera que uno o ambos de la posición u orientación de al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos son ajustables.

En algunas implementaciones, el sistema incluye un conmutador de multiplexación en comunicación con el sistema informático que permite al sistema informático recibir las señales de cada uno de la pluralidad de sensores magnéticos en serie.

35 En algunas implementaciones, la montura está configurada para aceptar un controlador de referencia que incluye un transmisor magnético calibrado, y el sistema informático también está configurado para hacer que el transmisor magnético calibrado genere una segunda

pluralidad de campos magnéticos, recibir segundas señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la segunda pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos, y calcular, basándose en las segundas señales recibidas de la pluralidad de sensores magnéticos, las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del controlador de referencia y el transmisor magnético calibrado.

En algunas implementaciones, uno o más factores de corrección de calibración se determinan para uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos antes de su uso en el dispositivo de calibración.

En algunas implementaciones, el sistema informático está además configurado para crear uno o más archivos de calibración que incluyen los factores de corrección de calibración, y aplicar uno o más archivos de calibración a uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos.

Las ventajas de los sistemas y técnicas descritas en este documento incluyen el uso de un dispositivo de calibración dedicado para calibrar múltiples transmisores (por ejemplo, múltiples dispositivos bajo prueba (DUT)) de manera rápida y precisa. Por ejemplo, las posiciones y orientaciones de diversos sensores del dispositivo de calibración se pueden determinar en relación con el DUT del transmisor, y la posición y orientación de cada sensor se determina de forma concurrente o rápida en serie. El dispositivo de calibración no requiere partes móviles (por ejemplo, mover un sensor a múltiples ubicaciones diferentes). Más bien, una serie de sensores se colocan en ubicaciones conocidas predeterminadas. Dicho dispositivo de calibración simplifica el procedimiento de calibración y acelera la calibración y las pruebas. Se elimina la necesidad de un sistema de traducción de tres ejes y/o un sistema de orientación (por ejemplo, uno que incluya un pórtico y/o un cardam).

Los detalles de una o más realizaciones se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción a continuación. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

Descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama esquemático de un ejemplo de sistema de seguimiento electromagnético (EMT).

La FIG. 2 muestra un ejemplo de un dispositivo de calibración para calibrar un transmisor para uso en el sistema EMT de la FIG. 1.

La FIG. 3 muestra el dispositivo de calibración de la fig. 2 funcionando en modo de autocalibración.

La FIG. 4 muestra un ejemplo de un dispositivo informático y un dispositivo informático móvil que puede usarse para implementar las técnicas descritas en este documento.

Símbolos de referencia similares en los diversos dibujos indican elementos similares.

Descripción detallada

- Se puede usar un sistema de Rastreo Electromagnético (EMT) en juegos y/o configuraciones quirúrgicas para rastrear dispositivos (por ejemplo, controladores de juegos, pantallas montadas en la cabeza, equipos médicos, brazos robóticos, etc.), permitiendo así sus respectivas posiciones y orientaciones tridimensionales a ser conocidas por un usuario del sistema. Los sistemas de Realidad Aumentada (AR) y Realidad Virtual (VR) también utilizan los sistemas EMT para realizar el seguimiento de la cabeza, las manos y el cuerpo, por ejemplo, para sincronizar el movimiento del usuario con el contenido de AR/VR. Tales sistemas EMT utilizan un transmisor magnético cerca de un sensor magnético para determinar la posición y/o la orientación del sensor con respecto al transmisor. Los transmisores y sensores utilizados en tales sistemas pueden calibrarse para garantizar que los transmisores y sensores puedan proporcionar información precisa de posición y orientación al usuario. Si un sensor o transmisor EMT no está calibrado o está mal calibrado, la precisión puede disminuir considerablemente.
- La calibración de un transmisor magnético se puede realizar colocando el transmisor en un dispositivo de calibración que incluye una pluralidad de sensores magnéticos colocados en diversas ubicaciones y orientaciones físicamente conocidas y/o ubicaciones y orientaciones conocidas de calibraciones determinadas en el dispositivo de calibración. Por ejemplo, el dispositivo de calibración puede incluir una montura configurada para recibir un dispositivo (por ejemplo, un controlador de juegos) que incluye el transmisor. Un sistema informático en comunicación con el dispositivo de calibración puede hacer que el transmisor genere uno o más campos magnéticos. La pluralidad de sensores espaciados en ubicaciones conocidas del dispositivo de calibración recibe los campos magnéticos generados y convierte los campos magnéticos en una o más señales eléctricas indicativas de la posición y orientación del sensor respectivo en relación con el transmisor. En particular, el sistema informático convierte las señales eléctricas recibidas de cada sensor en datos de posición y orientación (P&O) que indican la posición y orientación del sensor respectivo en relación con el transmisor. De esta manera, el sistema informático determina la posición y orientación de los sensores con respecto al transmisor.
- Debido a que se conoce la posición y orientación de cada sensor en relación con el transmisor, el sistema informático puede determinar si las señales eléctricas generadas por la pluralidad de sensores coinciden de manera precisa con las posiciones y orientaciones conocidas determinadas físicamente y/o por la calibración de los sensores en relación con el transmisor. Si el sistema informático determina que las señales generadas por la pluralidad de sensores no proporcionan una representación precisa de la relación de posición entre los sensores y el transmisor, el sistema informático puede determinar uno o más factores de corrección de

calibración de acuerdo con un algoritmo de calibración. Los factores de corrección de la calibración se pueden usar para calibrar el transmisor particular de modo que los campos magnéticos generados por el transmisor resulten en datos P&O precisos determinados por un sistema AR, VR y/o EMT en el que se incluye el transmisor.

5 La FIG. 1 muestra un ejemplo de un sistema 100 EMT que se puede usar como parte de un VR/AR u otro sistema (por ejemplo, un sistema médico). El sistema 100 EMT incluye al menos una pantalla montada en la cabeza (HMD) 102 que incluye un sensor 112 magnético y un controlador 104 que incluye un transmisor 114 magnético. El HMD 102 y el controlador 104 están configurados para rastrear la posición (por ejemplo, en x, y, y z) y orientación (por ejemplo, en acimut, altitud y desplazamiento) en el espacio tridimensional relativo entre sí. Por ejemplo, el transmisor 114 del controlador 104 está configurado para rastrear el sensor 112 del HMD 102 en relación con un marco de referencia definido por la posición y orientación del transmisor 114, o el sensor 112 del HMD 102 está configurado para rastrear el transmisor 114 del controlador 104 en relación con un marco de referencia definido por la posición y orientación del sensor 112. El sensor 112 particular y el transmisor 114 empleados por el sistema 100 EMT pueden determinarse por el tipo de procedimiento, los requisitos de rendimiento de medición, etc.

La posición y orientación del HMD 102 y el controlador 104 se pueden rastrear entre sí dentro de un volumen 106 de seguimiento. Si bien el volumen 106 de seguimiento se ilustra como un espacio definido, debe entenderse que el volumen 106 de seguimiento puede ser cualquiera espacio tridimensional, incluidos espacios tridimensionales adimensionales (por ejemplo, grandes áreas interiores y/o exteriores, etc.).

En algunas implementaciones, el transmisor 114 incluye tres bobinas magnéticas enrolladas ortogonalmente, denominadas en este documento como las bobinas x, y, y z. Las corrientes eléctricas que viajan a través de las tres bobinas hacen que las bobinas produzcan tres campos magnéticos ortogonales a tres frecuencias (por ejemplo, tres frecuencias diferentes) para aplicaciones de FDM (multiplexación por división de frecuencia) o tres pulsos (por ejemplo, tres intervalos de tiempo diferentes) para aplicaciones TDM (multiplexación por división de tiempo). Las tres frecuencias pueden ser tres frecuencias estrechamente espaciadas, por ejemplo, 34 KHz, 34.25 KHz y 34.5 KHz, aunque también se pueden utilizar alternativamente otras frecuencias. En algunas implementaciones, las bobinas pueden producir campos magnéticos a la misma frecuencia, pero, por ejemplo, se utilizan en una forma TDM. El sensor 112 también incluye tres bobinas magnéticas enrolladas ortogonalmente, referidas aquí como las bobinas x, y, y z. Se inducen tensiones en las bobinas del sensor 112 en respuesta a los campos magnéticos detectados por medio de inducción magnética. Cada bobina del sensor 112 genera una señal eléctrica para cada uno de los

campos magnéticos generados por las bobinas del transmisor 114; por ejemplo, la bobina x del sensor 112 genera una primera señal eléctrica en respuesta al campo magnético recibido de la bobina x del transmisor 114, una segunda señal eléctrica en respuesta al campo magnético recibido de la bobina y del transmisor 114 y una tercera señal eléctrica en respuesta al campo magnético recibido de la bobina z del transmisor 114. Las bobinas y y z del sensor 112 generan de manera similar señales eléctricas para cada uno de los campos magnéticos recibidos desde cada bobina del transmisor 114. El sensor también puede incluir otros elementos sensores que miden campos magnéticos, por ejemplo, elementos de efecto Hall, etc.

Los datos del sensor 112 se pueden representar como una matriz de datos (por ejemplo, una matriz de 3x3), que se puede resolver en la posición y orientación del sensor 112 con respecto al transmisor 114, o viceversa. De esta manera, se mide la posición y orientación del sensor 112 y el transmisor 114. En particular, los componentes electrónicos incorporados en el HMD 102 están configurados para determinar la posición y la orientación del controlador 104 en relación con el HMD 102 en base a las características de los campos magnéticos generados por el transmisor 114 y las diversas señales eléctricas generadas por el sensor 112. Como se describe a continuación, un sistema informático separado (por ejemplo, el sistema 212 informático de las figuras 2 y 3) también puede configurarse para determinar la posición y orientación de un sensor y/o un transmisor.

Si el transmisor 114 y/o el sensor 112 no se calibran con precisión, la posición y orientación determinadas (por ejemplo, calculadas) del transmisor 114 y/o el sensor 112 pueden no reflejar la posición y orientación verdaderas (por ejemplo, reales).

Calibración del transmisor

La FIG. 2 muestra un ejemplo de un dispositivo 200 de calibración para calibrar un transmisor (por ejemplo, el transmisor 114 de la FIG. 1). El dispositivo 200 de calibración se puede usar para calibrar el transmisor 114 mientras que el transmisor 114 está incorporado (por ejemplo, alojado en) el controlador 104. El dispositivo 200 de calibración puede configurarse para calibrar una pluralidad de dispositivos bajo prueba (por ejemplo, DUT). Es decir, el dispositivo 200 de calibración puede calibrar un primer DUT en la forma de un primer transmisor incorporado en un primer controlador, un segundo DUT en la forma de un segundo transmisor incorporado en un segundo controlador, etc. Tal calibración de múltiples DUT puede garantizar que todos los transmisores 114 y los controladores 104 a través de varios sistemas EMT 100 tengan características de calibración comunes.

En el ejemplo ilustrado, el dispositivo 200 de calibración incluye un alojamiento 202 y una cubierta 204. La cubierta 204 puede estar conectada de manera pivotante al alojamiento 202, de modo que la cubierta 204 puede abrirse para proporcionar acceso a una montura 206 que

se encuentra dentro del alojamiento 202. En algunas implementaciones, la montura 206 reside hacia una superficie frontal del alojamiento 202. En algunas implementaciones, la montura 206 puede ser accesible a través de una abertura en el alojamiento 202. La montura 206 está configurada para aceptar un dispositivo para la calibración. Por ejemplo, el controlador 104 que incluye el transmisor 114 de la FIG. 1 se puede colocar en la montura 206 para la calibración. La montura 206 incluye una tira 207 para ayudar a fijar el controlador 104 al soporte 206 durante la calibración. En algunas implementaciones, la montura 206 puede incluir alternativamente o adicionalmente otro elemento de fijación, tal como un arnés, para ayudar a mantener el controlador 104 en su lugar. Si bien el dispositivo 200 de calibración incluye la montura 206 en el ejemplo ilustrado, en algunas implementaciones, la montura 206 puede omitirse. Por ejemplo, el controlador 104 se puede colocar en (por ejemplo, sobre, en, etc.) el dispositivo 200 de calibración en una superficie de montaje (por ejemplo, una superficie del dispositivo 200 de calibración que está configurada para aceptar el controlador 104). En otras palabras, no se requiere una montura dedicada para mantener el controlador 104 en una posición y orientación particulares.

El dispositivo 200 de calibración incluye un grupo de sensores 208 posicionados sobre y/o en y/o a través de todo el dispositivo 200 de calibración. En algunas implementaciones, el dispositivo de calibración incluye doce sensores 208, aunque se pueden usar menos sensores 208 o más. Por ejemplo, uno o más de los sensores 208 pueden colocarse en una superficie exterior del alojamiento 202, en una superficie interior del alojamiento 202, en un interior del alojamiento 202, en una superficie inferior interior del alojamiento 202, en una superficie inferior exterior del alojamiento 202, en una superficie exterior de la cubierta 204, en una superficie interior de la cubierta 204, suspendida en un interior del alojamiento 202 y/o cubierta 204, etc. Se omiten algunos de los sensores 208 o de lo contrario no se muestra en la ilustración de la FIG. 2. El grupo de sensores 208 se denomina a veces árbol de sensores o árbol de sensores. El dispositivo 200 de calibración también incluye una interfaz 210 de comunicación que permite que el dispositivo 200 de calibración interactúe con un dispositivo informático, como un sistema 212 informático. Es decir, la interfaz 210 de comunicaciones facilita la comunicación entre el dispositivo 200 de calibración y el sistema 212 informático. Mientras que el sistema 212 informático se ilustra como conectado al dispositivo 200 de calibración mediante una conexión por cable, en algunas implementaciones, el dispositivo 200 de calibración puede incluir capacidades de comunicación inalámbrica de modo que el dispositivo 200 de calibración pueda comunicarse de forma inalámbrica con el sistema 212 informático. Los sensores 208 están conectados a la interfaz 210 de comunicaciones de modo que el sistema 212 informático puede comunicarse con los sensores 208 (por ejemplo, recibir señales de los sensores 208 y proporcionar información a los sensores 208).

En algunas implementaciones, el dispositivo 200 de calibración puede emplear una o más técnicas adicionales/diferentes de las que se describen con respecto a la FIG. 2 para permitir que los sensores 208 se posicionen en (por ejemplo, sobre, en, a través de todo, etc.) el dispositivo 200 de calibración en posiciones y/u orientaciones particulares. Por ejemplo, en algunas implementaciones, el dispositivo 200 de calibración puede no incluir un alojamiento como se ilustra en la FIG. 2, pero puede incluir una o más ubicaciones/superficies de montaje para aceptar los sensores 208. El dispositivo 200 de calibración puede emplear una o más de una variedad de técnicas para mantener los sensores 208 en las posiciones/orientaciones particulares como se describe en este documento. Los sensores 208 están posicionados de tal manera que los sensores 208 definen un espacio tridimensional dentro del cual se puede colocar el controlador 104 (y, por ejemplo, la montura 206).

Cada uno de los sensores 208 tiene una posición física y una orientación conocidas con respecto al soporte 206. La posición física y la orientación conocidas de los sensores 208 pueden determinarse por diversos medios, incluido el uso de un buen sistema EMT para determinar la posición y orientación del sensor 208 con respecto a un transmisor en buen estado colocado en el montaje 206 (por ejemplo, el transmisor de referencia y el controlador 304 de referencia descritos con respecto a la Figura 3 a continuación). En algunas implementaciones, cada uno de los sensores 208 se puede calibrar previamente antes de usarse para calibrar el transmisor 114. Por ejemplo, cada uno de los sensores 208 se puede calibrar usando un proceso separado (por ejemplo, usando un dispositivo de calibración Helmholtz) antes de los sensores 208 están incorporados en el dispositivo 200 de calibración. Dicha calibración puede hacer que se apliquen uno o más factores de corrección de calibración al respectivo sensor 208. La montura 206 está configurada para aceptar el controlador 104 en una posición y orientación predeterminadas y fijas. El transmisor 114 se coloca en el controlador 104 en una posición y orientación predeterminadas y fijas. Por lo tanto, se conoce la posición y orientación de cada uno de los sensores 208 con respecto al transmisor 114.

Antes de calibrar el transmisor 114, el dispositivo 200 de calibración puede experimentar su propia calibración para garantizar que los sensores 208 estén en posiciones/orientaciones conocidas con respecto a un transmisor de referencia que tenga calibraciones conocidas. Dicha calibración del dispositivo 200 de calibración se describe con más detalle a continuación.

Después de confirmar que el dispositivo 200 de calibración está calibrado, se coloca un primer DUT en la montura 206. En particular, el controlador 104 que incluye el transmisor 114 se coloca en la montura 206. En algunas implementaciones, la montura 206 puede incluir contactos eléctricos que están configurados para formar conexiones eléctricas con los

contactos eléctricos del controlador 104 de manera que el dispositivo 200 de calibración y el controlador 104 puedan interactuar e intercambiar información. En algunas implementaciones, el controlador 104 podría estar conectado eléctricamente al dispositivo 200 de calibración y/o conectado al sistema 212 informático (por ejemplo, mediante un cable de bus serie universal (USB)). En algunas implementaciones, el controlador 104 puede configurarse para intercambiar información con el dispositivo 200 de calibración y/o el sistema 212 informático a través de una conexión inalámbrica.

Con el controlador 104 en su lugar en la montura 206, el sistema 212 informático puede hacer que el transmisor 114 genere uno o más campos magnéticos con características particulares.

En particular, el sistema 212 informático hace que la corriente fluya a través de las bobinas del transmisor 114, lo que hace que el transmisor 114 produzca tres campos magnéticos ortogonales a frecuencias particulares. Los campos magnéticos generados por el transmisor 114 se reciben en cada uno de los sensores 208 e inducen voltajes en las bobinas del sensor. Las características de los campos magnéticos generados por el transmisor 114 en combinación con las magnitudes de los voltajes inducidos en las bobinas de los sensores 208 se pueden usar para determinar (por ejemplo, medir), para cada sensor 208, la posición y orientación del sensor 208 en relación con el transmisor 114. En particular, para cada sensor 208, el sistema 212 informático calcula a partir de una matriz de datos de 3x3 la posición y orientación del sensor 208 en relación con el transmisor 114 (por ejemplo, a veces denominado datos P&O). Los datos de P&O se determinan para cada uno de los sensores 208 (por ejemplo, en serie). En algunas implementaciones, cada señal del sensor se selecciona en serie utilizando los conmutadores de multiplexación incorporados en el sistema 212 informático. En algunas implementaciones, los conmutadores de multiplexación pueden incorporarse como un componente separado que reside entre el dispositivo 200 de calibración y el sistema 212 informático.

Para cada sensor 208, el sistema 212 informático compara los datos de P&O calculados (por ejemplo, medidos) con los datos de P&O ideales que representan la posición y orientación reales (por ejemplo, reales, físicas o de calibración determinadas) del sensor 208 en relación con el transmisor 114. En algunas implementaciones, los datos P&O ideales se almacenan en el sistema 212 informático. En algunas implementaciones, los datos P&O ideales pueden calcularse en función de las características de los campos magnéticos generados por un transmisor de referencia y las características conocidas del sensor 208 (por ejemplo, posiciones y orientaciones determinadas por calibración). Si los datos P&O medidos coinciden con los datos P&O ideales, o si los datos P&O medidos están dentro de uno o más valores de umbral de los datos P&O ideales, se puede determinar que el transmisor 114 no necesita calibración, por lo tanto, una calibración ideal predeterminada puede ser usada. Sin embargo,

si los datos de P&O calculados no coinciden lo suficiente con los datos de P&O ideales, se pueden calcular y aplicar uno o más factores de corrección de calibración para usar con el transmisor 114 para corregir dichas imprecisiones y/o para minimizar los errores debidos a la unidad DUT a variaciones de la unidad (por ejemplo, entre varios transmisores). Dichos factores de corrección de calibración se determinan basándose en un algoritmo de calibración. En algunas implementaciones, los factores de corrección de calibración pueden almacenarse en el transmisor 114, almacenarse en la electrónica del controlador 104, o almacenarse en otro lugar en el EMT 100 en el que se incorpora finalmente el transmisor 114. En algunas implementaciones, los factores de corrección de calibración pueden almacenarse en el almacenamiento de la red (por ejemplo, en un servidor, como un servidor en la nube) para su uso posterior. En algunas implementaciones, la calibración del transmisor 114 puede tomar aproximadamente un minuto o menos.

En algunas implementaciones, el dispositivo 200 de calibración puede configurarse de modo que el transmisor 114 esté siempre o casi siempre calibrado. Por ejemplo, uno o más valores de umbral pueden ser cero, de manera que el transmisor 114 se calibre a menos que los P&O medidos coincidan con los datos ideales de P&O. En algunas implementaciones, el dispositivo 200 de calibración puede configurarse para determinar los factores de corrección de calibración para el transmisor 114 independientemente de los datos P&O medidos. De esta manera, el dispositivo 200 de calibración puede ser obligado a determinar los factores de corrección de calibración y calibrar el transmisor 114.

En algunas implementaciones, se puede hacer una determinación de que el transmisor 114 no requiere calibración. Como tal, los factores de corrección de calibración pueden determinarse como cero. En otras palabras, el sistema 100 EMT puede determinar que el transmisor 114 no requiere calibración porque la posición determinada del sensor 112 con respecto al transmisor 114 es precisa, y esto puede estar indicado por uno o más factores de corrección de calibración con un valor de cero siendo determinado. Si no se requiere la calibración del transmisor 114, el transmisor 114 puede dejarse como está (por ejemplo, no se aplican factores de corrección de calibración al transmisor 114, o los factores de corrección de calibración que tienen un valor de cero se aplican al transmisor 114, por lo que resultan en ningún cambio en la forma en que el transmisor 114 genera campos magnéticos).

En algunas implementaciones, los sensores 208 pueden fijarse a diversas porciones del dispositivo 200 de calibración mediante uno o más sujetadores. Por ejemplo, los sensores 208 se pueden mantener en su lugar en una superficie del dispositivo 200 de calibración mediante un tornillo, tuerca y perno, etc. En algunas implementaciones, uno o más de los sensores 208 se pueden fijar de manera extraíble al dispositivo 200 de calibración. Por ejemplo, en algunas implementaciones, las superficies del dispositivo 200 de calibración pueden incluir aberturas

configuradas para aceptar uno de los sensores 208. De esta manera, el sensor 208 se puede colocar (por ejemplo, ajuste a presión) dentro de la abertura de tal manera que el sensor 208 se mantiene en su lugar en una ubicación y orientación particular. De esta manera, el usuario puede proporcionar los sensores 208 por separado del dispositivo 200 de calibración y colocarlos en/dentro del dispositivo 200 de calibración antes del uso inicial del dispositivo 200 de calibración. Esta naturaleza removible de los sensores 208 puede permitir que los sensores 208 sean fácilmente reemplazados. Por ejemplo, los sensores 208 dañados y/o inexactos pueden reemplazarse con nuevos sensores 208 para mejorar la precisión del dispositivo de calibración.

En algunas implementaciones, uno o más de los sensores 208 se pueden fijar al dispositivo 200 de calibración de manera móvil. Por ejemplo, uno o más de los sensores 208 se pueden fijar a una porción del dispositivo 200 de calibración que incluye un riel y/o dispositivo de deslizamiento que permite que el sensor 208 atraviese diferentes posiciones. De esta manera, se pueden usar diferentes ubicaciones de sensores para calibrar el transmisor 114 (por ejemplo, y/o para calibrar los sensores 208, como se describe con más detalle a continuación). En algunas implementaciones, uno o más de los sensores 208 se pueden fijar al dispositivo 200 de calibración de una manera que permita ajustar la orientación del sensor 208. De esta manera, se pueden usar diferentes orientaciones de los sensores para calibrar el transmisor 114 (por ejemplo, y/o para calibrar los sensores 208, como se describe con más detalle a continuación). Para implementaciones en las que la posición y/o la orientación de los sensores 208 son ajustables, el dispositivo 200 de calibración puede configurarse para proporcionar la verdadera posición (por ejemplo, real) y/u orientación del sensor 208 al sistema 212 informático para permitir calibración precisa.

En algunas implementaciones, en lugar de y/o además de que el sistema 212 informático se proporciona como un componente separado del dispositivo 200 de calibración, el dispositivo 200 de calibración puede incluir uno o más componentes del ordenador (por ejemplo, uno o más procesadores, memoria, etc.) de modo que el dispositivo 200 de calibración incluya o actúe como un sistema informático. Por ejemplo, el dispositivo 200 de calibración puede incluir componentes de ordenador que hacen que el dispositivo 200 de calibración realice diversas funcionalidades como se describe en este documento con respecto al sistema 212 de ordenador (por ejemplo, generando los campos magnéticos, etc.).

Calibrar el dispositivo de calibración

Como se describió anteriormente, el dispositivo 200 de calibración puede experimentar una rutina de calibración para medir las posiciones/orientaciones de los sensores 208 en relación con el DUT. Se puede usar un controlador/transmisor que se sabe que está calibrado (por

ejemplo, que se sabe que produce resultados precisos) para realizar tal calibración del dispositivo 200 de calibración.

La FIG. 3 muestra un ejemplo del dispositivo 200 de calibración de la FIG. 2 funcionando en modo de autocalibración. En este ejemplo, el controlador 104 ha sido reemplazado por un controlador 304 de referencia. El controlador 304 de referencia incluye un transmisor de referencia (por ejemplo, un transmisor calibrado) que se sabe que produce resultados precisos. En otras palabras, el transmisor de referencia calibrado se calibra por otros medios que resultarán en que los sensores 208 proporcionen datos precisos de posición/orientación, siempre que los sensores 208 estén calibrados.

El controlador 304 de referencia se coloca sobre/en la montura 206 de tal manera que el controlador 304 de referencia asume una posición y orientación fijas y conocidas con respecto a los sensores 208. En algunas implementaciones, el controlador 304 de referencia está conectado eléctricamente al dispositivo 200 de calibración a través de uno o más contactos eléctricos en la montura 206 o mediante una conexión eléctrica por cable separada. En algunas implementaciones, el controlador 304 de referencia está conectado al sistema 212 informático mediante una conexión inalámbrica o por cable (por ejemplo, a través de un cable USB). En algunas implementaciones, el controlador 304 de referencia puede configurarse para intercambiar información con el dispositivo 200 de calibración y/o el sistema 212 informático a través de una conexión inalámbrica.

Con el controlador 304 de referencia colocado en la montura 206, el sistema 212 informático puede hacer que el transmisor de referencia genere uno o más campos magnéticos con características particulares. En particular, el sistema 212 informático hace que la corriente fluya a través de las bobinas (por ejemplo, tres bobinas) del transmisor de referencia, lo que hace que el transmisor de referencia produzca tres campos magnéticos ortogonales en momentos o frecuencias particulares y en magnitudes apropiadas. Los campos magnéticos generados por el transmisor de referencia se reciben en cada uno de los sensores 208 y hacen que se induzcan voltajes en las bobinas del sensor.

Las características de los campos magnéticos generados por el transmisor de referencia en combinación con las magnitudes de los voltajes inducidos en las bobinas de los sensores 208 se pueden usar para determinar, para cada sensor 208, la posición y orientación determinadas por la calibración del sensor 208 con respecto al transmisor de referencia. En particular, para cada sensor 208, el sistema 212 informático calcula a partir de una matriz de datos de 3x3 la posición y orientación del sensor 208 en relación con el transmisor de referencia y el controlador 304 de referencia (por ejemplo, a veces referidos como datos P&O). Los datos de P&O se determinan para cada uno de los sensores 208 (por ejemplo, en serie). En algunas implementaciones, cada señal del sensor se selecciona en serie utilizando los conmutadores

de multiplexación incorporados en el sistema 212 informático. En algunas implementaciones, los conmutadores de multiplexación pueden incorporarse como un componente separado que reside entre el dispositivo 200 de calibración y el sistema 212 informático.

5 En algunas implementaciones, los factores de corrección de calibración del sensor pueden almacenarse en el sensor 208 particular o almacenarse en la electrónica del dispositivo 200 de calibración para asegurar que, dados un transmisor de referencia calibrado y un controlador 304 de referencia, las posiciones y orientaciones determinadas de calibración de los sensores 208 sean precisas. En algunas implementaciones, los factores de corrección de calibración pueden almacenarse en el almacenamiento en red (por ejemplo, en un servidor,
10 como un servidor en la nube) para calibrar uno o más de los sensores 208. En algunas implementaciones, la calibración del dispositivo 200 de calibración (por ejemplo, la calibración de uno o más de los sensores 208) y/o la determinación de las posiciones y orientaciones determinadas por la calibración de los sensores 208 pueden tomar aproximadamente un minuto o menos.

15 Una vez que el dispositivo 200 de calibración (por ejemplo, los sensores 208 del dispositivo 200 de calibración) se ha calibrado o se ha confirmado que está en un estado calibrado, y se determinan las posiciones y orientaciones determinadas de la calibración de los sensores 208, se puede utilizar el dispositivo 200 de calibración para la calibración de varios transmisores 114 DUT. Es decir, las posiciones y orientaciones determinadas de la calibración de los
20 sensores 208 se pueden usar como las posiciones y orientaciones conocidas (por ejemplo, verdaderas) de los sensores 208 cuando se calibran los diversos transmisores 114 del DUT.

Operar el dispositivo de calibración

Si el dispositivo 200 de calibración se usa para calibrar un DUT o se calibra a sí mismo, un usuario del dispositivo 200 de calibración y el sistema 212 informático pueden realizar el
25 procedimiento de calibración interactuando con el sistema 212 informático. En algunas implementaciones, el sistema 212 informático está configurado para proporcionar instrucciones para el usuario a través de una interfaz gráfica de usuario (GUI). Por ejemplo, el sistema 212 informático puede ser un ordenador portátil que está configurado para ejecutar un programa usado para calibrar un DUT o calibrar el dispositivo 200 de calibración. El
30 programa puede hacer que una pantalla del ordenador portátil muestre instrucciones para ayudar al usuario a llevar a cabo el procedimiento de calibración particular. Por ejemplo, las instrucciones pueden incluir instrucciones textuales, visuales y/o audibles que le indican al usuario que coloque el controlador 104 o el controlador 304 de referencia en la montura 206, que conecte eléctricamente el controlador 104 o el controlador 304 de referencia a la montura
35 206 o sistema 212 de ordenador (por ejemplo, si se requiere para formar una conexión por cable), coloque la tira 207 alrededor del controlador 104 o el controlador 304 de referencia,

conecte el sistema 212 informático al dispositivo 200 de calibración (por ejemplo, si es necesario para formar una conexión por cable), etc.

- En algunas implementaciones, el programa que opera en el sistema 212 informático puede incluir uno o más valores seleccionables por el usuario y/o campos de entrada del usuario para permitir al usuario definir una o más características del procedimiento de calibración. Por ejemplo, el programa puede permitir al usuario especificar frecuencias particulares en las cuales las bobinas del transmisor 114 y/o el transmisor de referencia del controlador 304 de referencia operarán para generar campos magnéticos respectivos. En algunas implementaciones, el programa puede permitir al usuario almacenar, recuperar y/o aplicar valores de corrección de calibración al transmisor 114 (por ejemplo, durante la calibración del transmisor 114) y/o a uno o más de los sensores 208 (por ejemplo, durante la calibración del dispositivo 200 de calibración). En algunas implementaciones, el programa está configurado para proporcionar una indicación de que el transmisor 114 requiere calibración, una indicación de que el transmisor 114 no requiere calibración, una indicación de que el dispositivo 200 de calibración requiere calibración y/o una indicación de que el dispositivo 200 de calibración no requiere calibración (por ejemplo, un resultado de aprobación/falla). Para los ejemplos en los que se requiere una calibración, el programa puede proporcionar un elemento de interfaz de usuario que puede permitir al usuario iniciar un procedimiento de calibración al interactuar con el elemento de interfaz de usuario.
- En algunas implementaciones, el programa puede configurarse para proporcionar una indicación de un grado de error presente en el transmisor 114 y/o uno o más de los sensores 208. Por ejemplo, durante el procedimiento de calibración, si el transmisor 114 y/o uno de los sensores 208 proporciona datos de P&O indicativos de una cantidad relativamente grande de error, el programa puede proporcionar una indicación del grado de error y/o proporcionar una indicación de que se requiere calibración para el transmisor 114 y/o el sensor 208. En algunos ejemplos, durante el procedimiento de calibración, si el transmisor 114 y/o uno de los sensores 208 proporciona datos P&O indicativos de un grado de error relativamente pequeño (por ejemplo, la posición y/o la orientación determinadas del transmisor 114 o del sensor 208 están cerca de la verdadera posición y/u orientación), el programa puede proporcionar una indicación de que existe un pequeño grado de error y/o puede proporcionar una indicación de que se puede realizar una calibración opcional en el transmisor 114 y/o el sensor 208. En algunas implementaciones, el programa puede recomendar una recalibración opcional si la posición u orientación calculadas se encuentran dentro de uno o más valores de umbral de la posición u orientación verdadera del transmisor 114 o del sensor 208.
- En algunas implementaciones, se determina que el dispositivo 200 de calibración está calibrado (por ejemplo, de modo que el dispositivo 200 de calibración no requiere la calibración

de sus sensores 208) si el P&O determinado de cada uno de los sensores 208 está dentro de una distancia de umbral de la posición real del sensor 208 respectivo. En algunas implementaciones, el umbral puede ser de aproximadamente 3 mm para un umbral posicional. Se puede usar un valor angular (por ejemplo, 0.2 grados) para un umbral de orientación. Así, por ejemplo, si se determina que todos los sensores 208 están posicionados dentro de los 3 mm de su posición real (por ejemplo, en todas las dimensiones) y dentro de los 0.2 grados de su orientación real (por ejemplo, en todas las dimensiones) con respecto al controlador 304 de referencia, luego, el sistema 212 informático puede determinar que el dispositivo 200 de calibración está suficientemente calibrado para su uso posterior con un transmisor 114 DUT.

De manera similar, en algunas implementaciones, se determina que el transmisor 114 DUT a ser calibrado (por ejemplo, de manera que el transmisor 114 no requiere calibración) si el P&O determinado de cada uno de los sensores 208 está dentro de una distancia de umbral (por ejemplo, 3 mm en todas dimensiones) de la posición real del respectivo sensor 208. Si uno o más de los sensores 208 tiene una posición determinada que se encuentra fuera de la distancia de umbral, se pueden aplicar al transmisor 114 uno o más factores de corrección de calibración, de manera que el transmisor 114 puede generar campos magnéticos que resultan en una identificación correcta de la posición y orientación de los sensores 208. También se pueden usar otros medios para determinar si el transmisor 114 DUT está calibrado y no se describe específicamente aquí.

En algunas implementaciones, el dispositivo 200 de calibración y el sistema 212 informático pueden configurarse para realizar calibraciones en diferentes tipos (por ejemplo, diferentes modelos) de transmisores. En algunas implementaciones, el programa puede aceptar una entrada indicativa del modelo del transmisor que se va a calibrar. Los parámetros particulares almacenados en el sistema 212 informático pueden implementarse durante la calibración basándose en el modelo del transmisor en uso. Por ejemplo, un primer modelo de transmisor puede requerir que magnitudes particulares de corrientes pasen a través de las bobinas del transmisor, y/o ciertas frecuencias para que los campos magnéticos sean generados por las bobinas, y un segundo modelo de transmisor puede requerir diferentes magnitudes de las corrientes que pasan a través de las bobinas del transmisor, y/o diferentes frecuencias para que los campos magnéticos sean generados por las bobinas.

En algunas implementaciones, los factores de corrección de calibración para un transmisor 114 DUT en particular pueden incluirse como parte de un archivo de calibración creado por el programa que opera en el sistema 212 informático. Por ejemplo, una vez que se determinan uno o más factores de corrección de calibración, se puede crear un archivo de calibración que se puede usar para actualizar un transmisor 114 DUT. En algunas implementaciones, el archivo de calibración se puede "proyectar" al transmisor 114 DUT. En algunas

implementaciones, se puede actualizar un firmware del transmisor 114 DUT basado en el archivo de calibración.

En algunas implementaciones, la posición y orientación de los sensores 208 particulares (por ejemplo, la posición y orientación determinada físicamente o determinada por la calibración de los sensores 208) puede incluirse como parte de un archivo de calibración creado por el programa que opera en el sistema 212 informático.

Como se describió anteriormente, el dispositivo 200 de calibración de las Figs. 2 y 3 puede operarse utilizando software ejecutado por un dispositivo informático (por ejemplo, el sistema 212 informático de las Figuras 2 y 3). En algunas implementaciones, el software se incluye en un medio legible por ordenador para su ejecución en el sistema 212 informático. La FIG. 4 muestra un ejemplo de dispositivo 400 informático y un ejemplo de dispositivo 450 informático móvil, que puede usarse para implementar las técnicas descritas en este documento. Por ejemplo, la calibración del transmisor 114 y/o la calibración de los sensores 208 del dispositivo 200 de calibración puede ser ejecutada y controlada por el dispositivo 400 informático y/o el dispositivo 450 informático móvil. El dispositivo 400 informático está destinado a representar diversas formas de ordenadores digitales, que incluyen, por ejemplo, ordenadores portátiles, ordenadores de escritorio, estaciones de trabajo, asistentes personales digitales, servidores, servidores blade, ordenador central y otros ordenadores apropiados. El dispositivo 450 informático pretende representar varias formas de dispositivos móviles, incluidos, por ejemplo, asistentes digitales personales, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes y otros dispositivos de computación similares. Los componentes que se muestran aquí, sus conexiones y relaciones, y sus funciones, pretenden ser solo ejemplos, y no pretenden limitar las implementaciones de las técnicas descritas y/o reivindicadas en este documento.

El dispositivo 400 informático incluye el procesador 402, la memoria 404, el dispositivo 406 de almacenamiento, la interfaz 408 de alta velocidad que se conecta a la memoria 404 y los puertos 410 de expansión de alta velocidad, y la interfaz 412 de baja velocidad que se conecta al bus 414 de baja velocidad y al dispositivo 406 de almacenamiento. Cada uno de los componentes 402, 404, 406, 408, 410 y 412, están interconectados utilizando varios buses, y pueden montarse en una placa base común o de otras maneras, según corresponda. El procesador 402 puede procesar instrucciones para su ejecución dentro del dispositivo 400 informático, incluidas las instrucciones almacenadas en la memoria 404 o en el dispositivo 406 de almacenamiento, para mostrar datos gráficos para una GUI en un dispositivo externo de entrada/salida, incluida, por ejemplo, la pantalla 416 acoplada a la interfaz 408 de alta velocidad. En algunas implementaciones, se pueden usar múltiples procesadores y/o múltiples buses, según sea apropiado, junto con múltiples memorias y tipos de memoria. Además, se pueden conectar múltiples dispositivos 400 de computación, y cada dispositivo

proporciona porciones de las operaciones necesarias (por ejemplo, como un banco de servidores, un grupo de servidores blade, un sistema multiprocesador, etc.).

La memoria 404 almacena datos dentro del dispositivo 400 informático. En algunas implementaciones, la memoria 404 es una unidad o unidades de memoria volátil. En alguna
5 implementación, la memoria 604 es una unidad o unidades de memoria no volátil. La memoria 404 también puede ser otra forma de medio legible por ordenador, incluyendo, por ejemplo, un disco magnético u óptico.

El dispositivo 406 de almacenamiento es capaz de proporcionar almacenamiento masivo para el dispositivo 400 informático. En algunas implementaciones, el dispositivo 406 de
10 almacenamiento puede ser o contener un medio legible por ordenador, que incluye, por ejemplo, un dispositivo de disquete, un dispositivo de disco duro, un dispositivo de disco óptico, un dispositivo de cinta, una memoria flash u otro dispositivo de memoria de estado sólido similar, o una serie de dispositivos, incluidos los dispositivos en una red de área de almacenamiento u otras configuraciones. Un producto de programa informático puede
15 incorporarse tangiblemente en un portador de datos. El producto de programa informático también puede contener instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan uno o más métodos, incluidos, por ejemplo, los descritos anteriormente. El portador de datos es un medio legible por ordenador o máquina, que incluye, por ejemplo, la memoria 404, el dispositivo 406 de almacenamiento, la memoria en el procesador 402 y similares.

El controlador 408 de alta velocidad gestiona las operaciones intensivas de ancho de banda para el dispositivo 400 informático, mientras que el controlador de baja velocidad 412 gestiona las operaciones de menor ancho de banda intensivas. Dicha asignación de funciones es solo un ejemplo. En algunas implementaciones, el controlador 408 de alta velocidad está acoplado a la memoria 404, la pantalla 416 (por ejemplo, a través de un procesador de gráficos o
25 acelerador), y a los puertos 410 de expansión de alta velocidad, que pueden aceptar varias tarjetas de expansión (no mostradas). En algunas implementaciones, el controlador 412 de baja velocidad está acoplado al dispositivo 406 de almacenamiento y al puerto 414 de expansión de baja velocidad. El puerto de expansión de baja velocidad, que puede incluir varios puertos de comunicación (por ejemplo, USB, Bluetooth®, Ethernet, Ethernet
30 inalámbrica), se puede acoplar a uno o más dispositivos de entrada/salida, incluyendo, por ejemplo, un teclado, un dispositivo señalador, un escáner o un dispositivo de red que incluye, por ejemplo, un conmutador o enrutador (por ejemplo, a través de un adaptador de red).

El dispositivo 400 informático puede implementarse de varias formas diferentes, como se muestra en la FIG. 4. Por ejemplo, el dispositivo 400 informático puede implementarse como
35 un servidor estándar 420, o varias veces en un grupo de tales servidores. El dispositivo 400 informático también puede implementarse como parte del sistema de servidor en estantería

424. Además, o como alternativa, el dispositivo 400 informático puede implementarse en un ordenador personal (por ejemplo, un ordenador portátil 422). En algunos ejemplos, los componentes del dispositivo 400 informático se pueden combinar con otros componentes en un dispositivo móvil (por ejemplo, el dispositivo 450 informático móvil). Cada uno de estos dispositivos puede contener uno o más de los dispositivos 400, 450 informáticos, y un sistema completo puede estar formado por múltiples dispositivos 400, 450 informáticos que se comunican entre sí.

El dispositivo 450 de computación incluye el procesador 452, la memoria 464 y un dispositivo de entrada/salida que incluye, por ejemplo, la pantalla 454, la interfaz 466 de comunicación y el transceptor 468, entre otros componentes. El dispositivo 450 también se puede proporcionar con un dispositivo de almacenamiento, que incluye, por ejemplo, un microdrive u otro dispositivo, para proporcionar almacenamiento adicional. Los componentes 450, 452, 464, 454, 466 y 468 pueden interconectarse utilizando varios buses, y varios de los componentes pueden montarse en una placa base común o de otras maneras, según corresponda.

El procesador 452 puede ejecutar instrucciones dentro del dispositivo 450 informático, incluidas las instrucciones almacenadas en la memoria 464. El procesador 452 puede implementarse como un conjunto de chips de chips que incluyen procesadores analógicos y digitales independientes y múltiples. El procesador 452 puede proporcionar, por ejemplo, la coordinación de los otros componentes del dispositivo 450, incluyendo, por ejemplo, el control de las interfaces de usuario, las aplicaciones ejecutadas por el dispositivo 450 y la comunicación inalámbrica por el dispositivo 450.

El procesador 452 puede comunicarse con un usuario a través de la interfaz 458 de control y la interfaz 456 de pantalla acopladas a la pantalla 454. La pantalla 454 puede ser, por ejemplo, una pantalla TFT LCD (pantalla de cristal líquido con transistor de película fina) o una OLED (diodo orgánico emisor de luz), u otra tecnología de pantalla adecuada. La interfaz de pantalla 456 puede comprender circuitos apropiados para activar la pantalla 454 para presentar datos gráficos y otros datos a un usuario. La interfaz 458 de control puede recibir comandos de un usuario y convertirlos para enviarlos al procesador 452. Además, la interfaz 462 externa puede comunicarse con el procesador 442, a fin de permitir la comunicación del dispositivo 450 con otros dispositivos en el área cercana. La interfaz 462 externa puede proporcionar, por ejemplo, la comunicación por cable en algunas implementaciones o la comunicación inalámbrica en algunas implementaciones. También se pueden utilizar múltiples interfaces.

La memoria 464 almacena datos dentro del dispositivo 450 informático. La memoria 464 puede implementarse como uno o más medios o medios legibles por ordenador, una unidad o unidades de memoria volátil o una unidad o unidades de memoria no volátil. La memoria

474 de expansión también se puede proporcionar y conectar al dispositivo 450 a través de la interfaz 472 de expansión, que puede incluir, por ejemplo, una interfaz de tarjeta SIMM (módulo de memoria de línea única). Dicha memoria 474 de expansión puede proporcionar espacio de almacenamiento adicional para el dispositivo 450, y/o puede almacenar aplicaciones u otros datos para el dispositivo 450. Específicamente, la memoria 474 de expansión también puede incluir instrucciones para llevar a cabo o complementar los procesos descritos anteriormente y puede incluir datos seguros. Así, por ejemplo, la memoria 474 de expansión se puede proporcionar como un módulo de seguridad para el dispositivo 450 y se puede programar con instrucciones que permiten el uso seguro del dispositivo 450. Además, se pueden proporcionar aplicaciones seguras a través de las tarjetas SIMM, junto con datos adicionales. Incluyendo, por ejemplo, colocar datos de identificación en la tarjeta SIMM de una manera no hackeable.

La memoria 464 puede incluir, por ejemplo, memoria flash y/o memoria NVRAM, como se explica a continuación. En algunas implementaciones, un producto de programa informático está incorporado de manera tangible en un portador de datos. El producto de programa informático contiene instrucciones que, cuando se ejecutan, realizan uno o más métodos, incluidos, por ejemplo, los descritos anteriormente con respecto a la calibración del transmisor 114 y/o la calibración de los sensores 208 del dispositivo 200 de calibración. El portador de datos es un medio legible por ordenador o máquina, que incluye, por ejemplo, la memoria 464, la memoria 474 de expansión y/o la memoria en el procesador 452, que puede recibirse, por ejemplo, a través del transceptor 468 o la interfaz 462 externa.

El dispositivo 450 puede comunicarse de forma inalámbrica a través de la interfaz 466 de comunicación, que puede incluir circuitos de procesamiento de señales digitales cuando sea necesario. La interfaz 466 de comunicación puede proporcionar comunicaciones bajo varios modos o protocolos, incluyendo, por ejemplo, llamadas de voz GSM, SMS, EMS o mensajes MMS, CDMA, TDMA, PDC, WCDMA, CDMA2000 o GPRS, entre otros. Dicha comunicación puede ocurrir, por ejemplo, a través de un transceptor 468 de radiofrecuencia. Además, puede ocurrir una comunicación de corto alcance, que incluye, por ejemplo, el uso de un Bluetooth®, WiFi u otro tipo de transceptor (no mostrado). Además, el módulo receptor 470 de GPS (Sistema de posicionamiento global) puede proporcionar datos inalámbricos adicionales relacionados con la navegación y la ubicación al dispositivo 450, que pueden ser utilizados según sea apropiado por las aplicaciones que se ejecutan en el dispositivo 450.

El dispositivo 450 también puede comunicarse audiblemente usando el códec 460 de audio, que puede recibir datos hablados de un usuario y convertirlos en datos digitales utilizables. El códec 460 de audio también puede generar un sonido audible para un usuario, incluido, por ejemplo, a través de un altavoz, por ejemplo, en un auricular del dispositivo 450. Dicho sonido

puede incluir sonido de llamadas telefónicas de voz, sonido grabado (por ejemplo, mensajes de voz, archivos de música, y similares) y también el sonido generado por las aplicaciones que operan en el dispositivo 450.

5 El dispositivo informático 450 puede implementarse de varias formas diferentes, como se muestra en la FIG. 4. Por ejemplo, el dispositivo informático 450 puede implementarse como un teléfono celular 480. El dispositivo informático 450 también puede implementarse como parte del teléfono inteligente 482, asistente digital personal u otro dispositivo móvil similar.

Varias implementaciones de los sistemas y técnicas descritas aquí pueden realizarse en circuitos electrónicos digitales, circuitos integrados, ASIC especialmente diseñados (circuitos
10 integrados específicos de la aplicación), hardware de ordenador, firmware, software y/o combinaciones de los mismos. Estas diversas implementaciones pueden incluir uno o más programas de ordenador ejecutables y/o interpretables en un sistema programable. Esto incluye al menos un procesador programable, que puede ser especial o de propósito general, acoplado para recibir datos e instrucciones de, y para transmitir datos e instrucciones a, un
15 sistema de almacenamiento, al menos un dispositivo de entrada y al menos un dispositivo de salida.

Estos programas informáticos (también conocidos como programas, software, aplicaciones de software o código) incluyen instrucciones de la máquina para un procesador programable, y pueden implementarse en un lenguaje de programación orientado a procedimientos de alto
20 nivel y/u objeto, y/o lenguaje ensamblador/de máquina. Como se usa en este documento, los términos medio legible por máquina y medio legible por ordenador se refieren a un producto, aparato y/o dispositivo de programa informático (por ejemplo, discos magnéticos, discos ópticos, memoria, dispositivos lógicos programables (PLD)) utilizados para proporcionar instrucciones de la máquina y/o datos a un procesador programable, incluido un medio legible
25 por máquina que recibe instrucciones de la máquina.

Para proporcionar interacción con un usuario, los sistemas y técnicas que se describen en este documento pueden implementarse en un ordenador que tenga un dispositivo de visualización (por ejemplo, un monitor CRT (tubo de rayos catódicos) o LCD (pantalla de cristal
30 líquido) para presentar datos al usuario, y un teclado y un dispositivo señalador (por ejemplo, un mouse o un trackball) mediante los cuales el usuario puede proporcionar entrada al ordenador. También se pueden utilizar otros tipos de dispositivos para proporcionar interacción con un usuario. Por ejemplo, la retroalimentación proporcionada al usuario puede ser una forma de retroalimentación sensorial (por ejemplo, retroalimentación visual, retroalimentación auditiva o retroalimentación táctil). La entrada del usuario se puede recibir
35 en una forma, incluida la entrada acústica, de voz o táctil.

Los sistemas y técnicas descritos aquí pueden implementarse en un sistema informático que incluye un componente de backend (por ejemplo, como un servidor de datos), o que incluye un componente de middleware (por ejemplo, un servidor de aplicaciones), o que incluye un componente de frontend (por ejemplo, un ordenador de cliente que tenga una interfaz de usuario o un navegador web a través del cual un usuario pueda interactuar con una implementación de los sistemas y técnicas descritas aquí, o una combinación de dichos componentes de backend, middleware o frontend. Los componentes del sistema pueden interconectarse mediante una forma o medio de comunicación de datos digitales (por ejemplo, una red de comunicación). Los ejemplos de redes de comunicación incluyen una red de área local (LAN), una red de área amplia (WAN) e Internet.

El sistema informático puede incluir clientes y servidores. Un cliente y un servidor generalmente están alejados entre sí y generalmente interactúan a través de una red de comunicación. La relación del cliente y el servidor surge en virtud de los programas de ordenador que se ejecutan en los ordenadores respectivos y que tienen una relación cliente-servidor entre sí.

En algunas implementaciones, los componentes descritos en este documento pueden separarse, combinarse o incorporarse en un componente único o combinado. Los componentes que se muestran en las figuras no pretenden limitar los sistemas descritos en este documento a las arquitecturas de software que se muestran en las figuras.

Se han descrito varias realizaciones. Sin embargo, se entenderá que se pueden realizar varias modificaciones sin apartarse del espíritu y alcance de la divulgación. Por consiguiente, otras realizaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de calibración que comprende:
una pluralidad de sensores magnéticos colocados en el dispositivo de calibración, la pluralidad de sensores magnéticos que definen un espacio;
5 un controlador configurado para posicionarse en el espacio definido por la pluralidad de sensores magnéticos, en el que el controlador incluye un transmisor magnético; y
uno o más procesadores configurados para:
hacer que el transmisor magnético genere una pluralidad de campos magnéticos;
recibir señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características
10 de la pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos;
calcular, basándose en las señales recibidas de la pluralidad de sensores magnéticos, las posiciones y orientaciones de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del controlador y el transmisor magnético; y
determinar si las posiciones y orientaciones calculadas de la pluralidad de sensores
15 magnéticos están dentro de uno o más límites de umbrales de posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.
2. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, en el que el uno o más procesadores están configurados además para determinar, basándose en un algoritmo de calibración, uno o más factores de corrección de calibración para el transmisor magnético basándose en las
20 diferencias entre las posiciones y orientaciones medidas de la pluralidad de sensores magnéticos y las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.
3. El dispositivo de calibración de la reivindicación 2, en el que el uno o más procesadores están configurados además para:
25 crear un archivo de calibración que incluya los factores de corrección de calibración; y
aplicar el archivo de calibración al transmisor magnético.
4. El dispositivo de calibración de la reivindicación 2, en el que el uno o más límites de umbral son cero, de modo que los factores de corrección de calibración se determinan para el transmisor magnético independientemente de las diferencias entre las posiciones y
30 orientaciones medidas de la pluralidad de sensores magnéticos y las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.
5. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, que comprende una montura que está configurada para sostener el controlador y el transmisor magnético en una posición y orientación fijas con respecto a la pluralidad de sensores.
- 35 6. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para comunicarse con el dispositivo de calibración.

7. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, en el que el controlador está configurado para su uso en uno de los dos sistemas de Realidad Aumentada (AR) o en un sistema de Realidad Virtual (VR).
8. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, en el que al menos parte de la pluralidad de sensores magnéticos están fijados de manera extraíble al dispositivo de calibración.
9. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, en el que al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos están unidos de manera móvil al dispositivo de calibración de modo que uno o ambos de la posición u orientación de al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos sean ajustables.
10. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, en el que el uno o más procesadores están en comunicación con un conmutador de multiplexación que permite que uno o más procesadores reciban las señales de cada uno de la pluralidad de sensores magnéticos en serie.
11. El dispositivo de calibración de la reivindicación 1, que comprende una montura que está configurada para aceptar un controlador de referencia que incluye un transmisor magnético calibrado, y el uno o más procesadores están configurados además para:
hacer que el transmisor magnético calibrado genere una segunda pluralidad de campos magnéticos;
recibir segundas señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la segunda pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos; y
calcular, basándose en las segundas señales recibidas de la pluralidad de sensores magnéticos, las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del controlador de referencia y el transmisor magnético calibrado.
12. El dispositivo de calibración de la reivindicación 11, en el que uno o más factores de corrección de calibración se determinan para uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos antes de su uso en el dispositivo de calibración.
13. El dispositivo de calibración de la reivindicación 12, en el que el uno o más procesadores están configurados además para:
crear uno o más archivos de calibración que incluyan los factores de corrección de calibración;
y
aplicar el uno o más archivos de calibración al uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos.
14. Un sistema que comprende:
un controlador que incluye un transmisor magnético;

un dispositivo de calibración que comprende:

un alojamiento;

una pluralidad de sensores magnéticos colocados en el alojamiento; y

5 una montura colocada dentro del alojamiento, el soporte configurado para aceptar el controlador; y

un sistema informático en comunicación con el dispositivo de calibración, el sistema informático configurado para:

hacer que el transmisor magnético genere una pluralidad de campos magnéticos;

10 recibir señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de sensores magnéticos;

calcular, basándose en las señales recibidas de la pluralidad de sensores magnéticos, las posiciones y orientaciones de la pluralidad de sensores magnéticos con respecto a una posición y orientación del controlador y el transmisor magnético; y

15 determinar si las posiciones y orientaciones calculadas de la pluralidad de sensores magnéticos están dentro de uno o más límites de umbrales de posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

15. El sistema de la reivindicación 14, en el que el sistema informático está además configurado para determinar, basándose en un algoritmo de calibración, uno o más factores de corrección de calibración para el transmisor magnético basándose en las diferencias entre
20 las posiciones y orientaciones medidas de la pluralidad de sensores magnéticos y las posiciones y orientaciones conocidas de la pluralidad de sensores magnéticos.

16. El sistema de la reivindicación 15, en el que el sistema informático está configurado además para:

crear un archivo de calibración que incluya los factores de corrección de calibración; y

25 aplicar el archivo de calibración al transmisor magnético.

17. El sistema de la reivindicación 14, en el que el soporte está configurado para mantener el controlador y el transmisor magnético en una posición y orientación fijas con respecto a la pluralidad de sensores.

18. El sistema de la reivindicación 14, en el que el controlador está configurado para
30 comunicarse con uno o ambos del sistema informático o el dispositivo de calibración.

19. El sistema de la reivindicación 14, en el que el controlador está configurado para su uso en uno de los dos sistemas de Realidad Aumentada (AR) o un sistema de Realidad Virtual (VR).

20. El sistema de la reivindicación 14, en el que al menos parte de la pluralidad de sensores
35 magnéticos están fijados de manera extraíble al dispositivo de calibración.

21. El sistema de la reivindicación 14, en el que al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos están unidos a la manera móvil al dispositivo de calibración de tal manera que uno o ambos de la posición u orientación de al menos algunos de la pluralidad de sensores magnéticos son ajustables.
- 5 22. El sistema de la reivindicación 14, que comprende también el conmutador de multiplexación en la comunicación con el sistema informático que le permite al sistema informático recibir las señales de cada uno de la pluralidad de sensores magnéticos en serie.
23. El sistema de la reivindicación 14, en el que el montaje está configurado para aceptar un controlador de referencia que incluye un transmisor magnético calibrado, y el sistema
- 10 informático está también configurado para:
- hacer que el transmisor magnético calibrado genere una segunda pluralidad de campos magnéticos;
- recibir segundas señales de la pluralidad de sensores magnéticos que se basan en las características de la segunda pluralidad de campos magnéticos recibidos en la pluralidad de
- 15 sensores magnéticos; y
- calcular, con base en las segundas señales recibidas de la pluralidad de los sensores magnéticos, las posiciones y las orientaciones conocidas de la pluralidad de los sensores magnéticos con respecto a una posición y la orientación del controlador de referencia y el transmisor magnético calibrado.
- 20 24. El sistema de la reivindicación 23, en el que uno o más factores de corrección de calibración se determinan para uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos antes de su uso en el dispositivo de calibración.
25. El sistema de la reivindicación 24, en el que el sistema informático está configurado además para:
- 25 crear uno o más archivos de calibración que incluyan los factores de corrección de calibración;
- y
- aplicar uno o más archivos de calibración a uno o más de la pluralidad de sensores magnéticos.

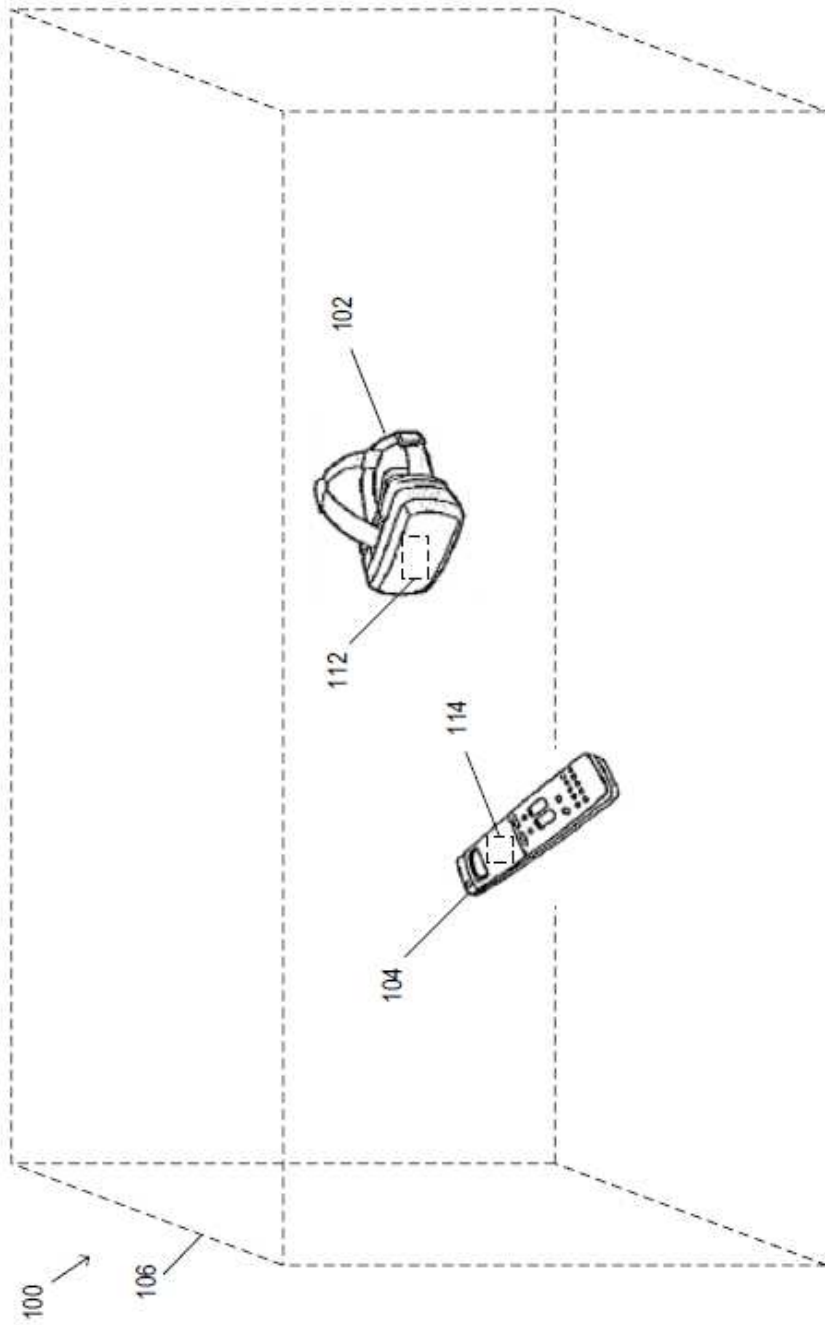


FIG. 1

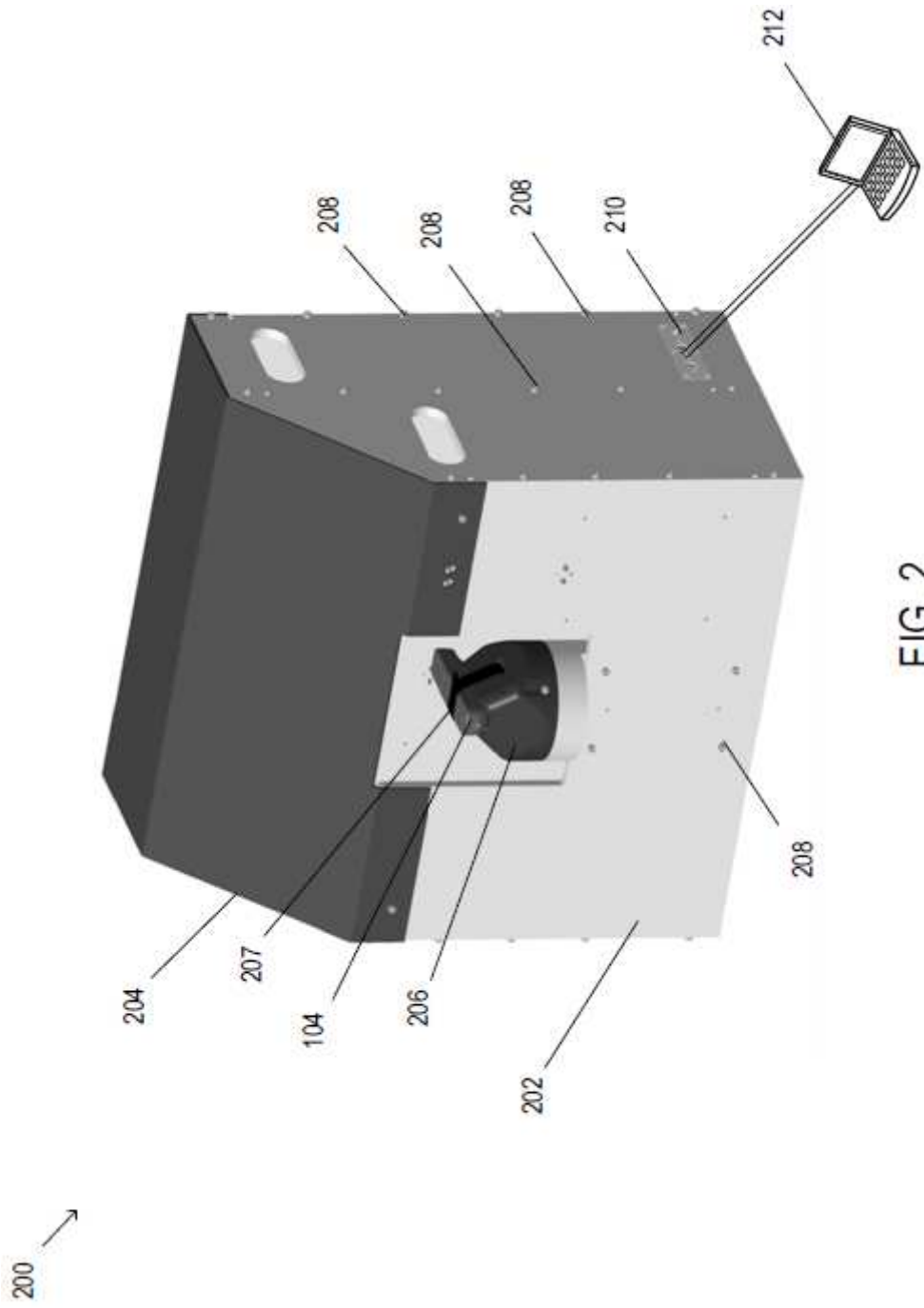


FIG. 2

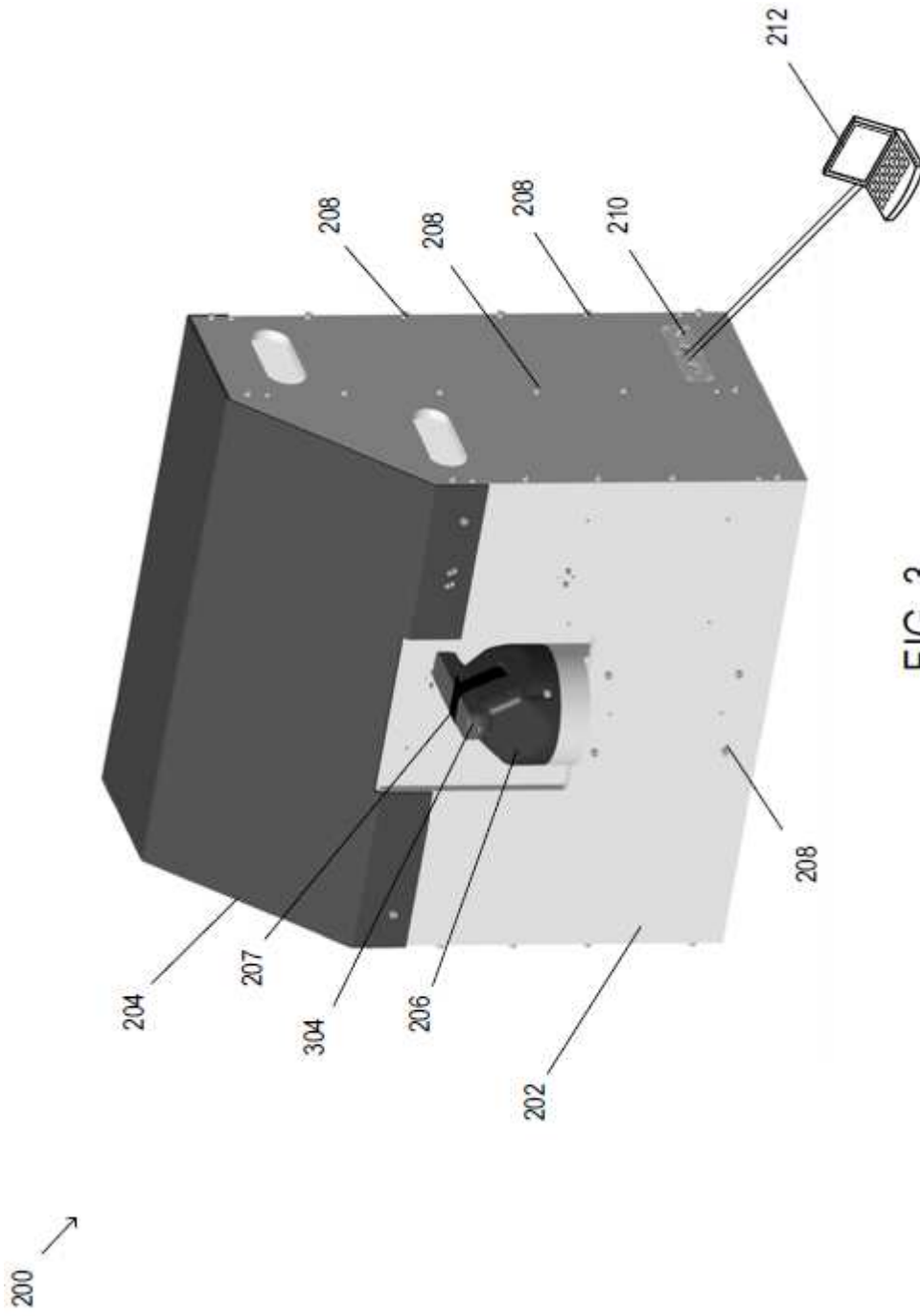


FIG. 3

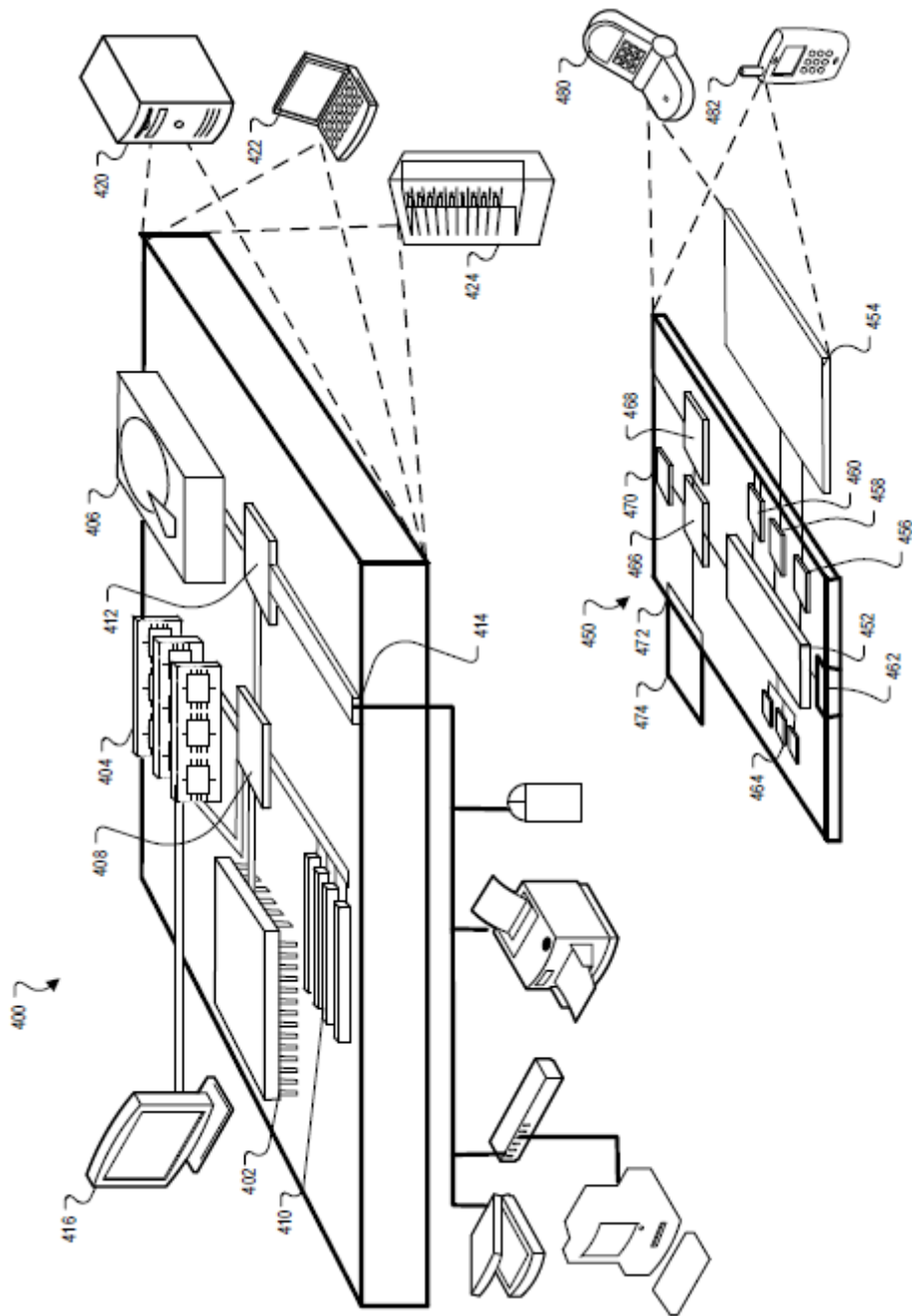


FIG. 4