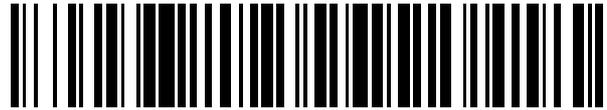


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 658 160**

51 Int. Cl.:

**G06F 3/0354** (2013.01)

**G06F 3/01** (2006.01)

**G06F 3/046** (2006.01)

**G06F 3/0488** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.06.2012 PCT/US2012/043190**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2013 WO13003128**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2012 E 12803668 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2726962**

54 Título: **Lápiz táctil 3D electromagnético**

30 Prioridad:

**28.06.2011 US 201113171324**

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

**08.03.2018**

73 Titular/es:

**MICROSOFT TECHNOLOGY LICENSING, LLC  
(100.0%)**

**One Microsoft Way  
Redmond, Washington 98052-6399, US**

72 Inventor/es:

**NOWATZYK, ANDREAS y  
THACKER, CHARLES, P.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 658 160 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

Lápiz táctil 3D electromagnético

**Antecedentes**

5 Muchos dispositivos móviles, tales como ordenadores de tableta, utilizan una interfaz de pantalla táctil en lugar de una interfaz de teclado tradicional. Sin embargo, muchas interfaces de pantalla táctil carecen de la precisión necesaria para capturar dibujos detallados y/o textos (por ejemplo, escritura a mano en cursiva). En algunos casos, se puede utilizar un lápiz táctil (u otro utensilio de escritura) para mejorar la precisión de una interfaz de pantalla táctil. Se puede utilizar un lápiz táctil en combinación con cualquiera de una interfaz de pantalla táctil resistiva o una interfaz de pantalla táctil capacitiva. Una pantalla táctil resistiva (es decir, una que detecta cambios en la resistencia) puede detectar dónde un lápiz táctil ha entrado en contacto con o se ha acercado a la superficie de la pantalla táctil. Una pantalla táctil capacitiva (es decir, una que detecta cambios en la capacitancia) puede detectar dónde un lápiz táctil ha entrado en contacto con o se ha acercado a la superficie de la pantalla táctil.

15 La tecnología de rastreo del movimiento electromagnético basada en la propagación del campo electromagnético cercano se ha desarrollado en el contexto de las aplicaciones militares. Por ejemplo, el acoplamiento electromagnético se ha utilizado para detectar la posición y/o la orientación del casco de un piloto de helicóptero durante el vuelo. La tecnología de rastreo del casco utiliza tres bobinas de transmisión y tres bobinas de recepción. Las tres bobinas de transmisión y las tres bobinas de recepción comprenden tres bobinas ortogonales entre sí. Las tres bobinas de transmisión están fijadas con respecto a un sistema de coordenadas particular dentro de la cabina del helicóptero. Las tres bobinas de recepción están unidas al casco del piloto. Ejemplos adicionales de sistemas y métodos que dependen de la detección de campos electromagnéticos se describen en las patentes U.S.A. 2008/149401 A1, U.S.A. 2008/042985 A1 y U.S.A. 4 613 866 A.

25 Se puede proporcionar una corriente de accionamiento a cada una de las tres bobinas de transmisión en modo de división de tiempo para accionar secuencialmente cada una de las tres bobinas de transmisión. Esto, a su vez, produce tres campos magnéticos diferentes, estando cada campo magnético asociado con una de las tres bobinas de transmisión a medida que son accionadas. Cuando el piloto gira la cabeza, se puede detectar una tensión inducida en cada una de las tres bobinas de recepción para determinar la intensidad y la dirección del campo magnético generado por cada una de las tres bobinas de transmisión. Por la ley de Faraday de inducción, la tensión inducida a través de una bobina de recepción particular es proporcional a la velocidad de cambio del flujo magnético a través de la bobina de recepción particular. En base a los modelos matemáticos (por ejemplo, derivados de ecuaciones desarrolladas a partir de la teoría del campo electromagnético cercano o lejano) de los campos magnéticos generados por cada una de las tres bobinas de transmisión, el sistema de rastreo del casco puede determinar la distancia y la orientación de las tres bobinas de recepción con respecto al sistema de coordenadas particular dentro de la cabina del helicóptero.

**Compendio**

35 Se describe una tecnología para proporcionar un sistema de lápiz táctil en el que se determina la posición tridimensional y la orientación de un lápiz táctil que funciona dentro de un volumen situado sobre una superficie de un dispositivo de visualización. En algunas realizaciones, el sistema de lápiz táctil incluye un lápiz táctil y un dispositivo de visualización. El lápiz táctil detecta uno o más campos magnéticos generados desde un conjunto de bobinas de transmisión asociadas con el dispositivo de visualización el dispositivo y transmite información de detección a través de un canal de RF a un receptor en el dispositivo de visualización. El dispositivo de visualización determina la posición tridimensional del lápiz táctil aplicando una técnica de reconstrucción de la posición basada en células que compara la información de detección recibida con valores predeterminados del campo magnético asociado con una o más regiones predeterminadas situadas encima de la superficie del dispositivo de visualización. La técnica de reconstrucción de la posición basada en células absorbe las distorsiones del campo magnético debidas a la presencia de elementos conductivos en el interior o cerca del dispositivo de visualización.

La invención se define en las reivindicaciones independientes. Realizaciones adicionales de la misma se muestran en las reivindicaciones dependientes.

50 Este compendio se proporciona para presentar una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen con más detalle a continuación en la descripción detallada. Este compendio no tiene como objetivo identificar las características clave o las características esenciales del asunto reivindicado, ni pretende ser utilizado como una ayuda para determinar el alcance del asunto reivindicado.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un entorno informático de red en el que se puede poner en práctica la tecnología dada a conocer.

55 La figura 2 representa una realización de un dispositivo de visualización.

La figura 3A representa una realización de un dispositivo de visualización que incluye múltiples bobinas de transmisión.

La figura 3B representa una realización de una porción de un lápiz táctil.

La figura 4A representa una realización de una porción de un sistema de lápiz táctil.

- 5 La figura 4B representa una realización de un dispositivo de visualización y una o más regiones predeterminadas situadas encima del dispositivo de visualización.

La figura 5A representa una realización de un sistema de lápiz táctil.

La figura 5B representa una realización de un generador de señal.

La figura 5C representa una realización de una señal modulada en frecuencia de FM lineal.

- 10 La figura 5D representa una realización de un accionador de bobina.

La figura 5E representa una realización de un lápiz táctil.

La figura 5F representa una realización de un decodificador de señal.

La figura 6 es un diagrama de flujo que describe un ejemplo de un proceso para determinar la posición y la orientación de un lápiz táctil.

- 15 La figura 7 es un diagrama de flujo que describe un ejemplo de un proceso para determinar la posición y la orientación de un lápiz táctil dada la información de detección recibida desde un lápiz táctil.

La figura 8A es un diagrama de flujo que describe una realización de un proceso para determinar la posición de un lápiz táctil.

- 20 La figura 8B es un diagrama de flujo que describe otro ejemplo de un proceso para determinar la posición de un lápiz táctil.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo móvil.

La figura 10 es un diagrama de bloques de una realización de un entorno de sistema informático.

### Descripción detallada

- 25 Se describe la tecnología para proporcionar un sistema de lápiz táctil mediante el cual se determina la posición y la orientación tridimensionales de un lápiz táctil que funciona dentro de un volumen situado sobre una superficie de un dispositivo de visualización. En algunas realizaciones, el sistema de lápiz táctil incluye un lápiz táctil y un dispositivo de visualización. El lápiz táctil detecta uno o más campos magnéticos generados a partir de un conjunto de bobinas de transmisión asociadas con el dispositivo de visualización y transmite la información de detección a través de un canal de RF a un receptor en el dispositivo de visualización. El dispositivo de visualización determina la posición tridimensional del lápiz táctil aplicando una técnica de reconstrucción de la posición basada en células que compara la información de detección recibida con valores predeterminados del campo magnético asociado con una o más regiones predeterminadas situadas encima de la superficie del dispositivo de visualización. La técnica de reconstrucción de la posición basada en células absorbe las distorsiones del campo magnético debidas a la presencia de elementos conductivos en el interior o cerca del dispositivo de visualización.

- 35 Mediante la detección de la posición y la orientación de un lápiz táctil y la determinación de si el lápiz táctil está en contacto con una superficie de un dispositivo de visualización o en el interior de una región particular situada por encima de la superficie del dispositivo de visualización, se puede obtener un dato adicional del lápiz táctil. Por ejemplo, pasar el lápiz en una región particular por encima de la superficie de una interfaz de visualización, sin tocarla, se puede corresponder con una acción de señalar o de desplazar, mientras que tocar la superficie de la interfaz de visualización se puede corresponder con una acción de selección o escritura. Además, los objetos tridimensionales asociados con una pantalla tridimensional pueden ser manipulados utilizando un lápiz táctil cuando está situado por encima de una superficie de visualización, lo que permite la utilización de interfaces de usuario tridimensionales para aplicaciones tales como programas de diseño 3D asistidos por ordenador y aplicaciones de juegos tridimensionales.

- 45 Un problema con la detección de la posición electromagnética es que es susceptible a las interferencias de las emisiones electrónicas de un dispositivo de visualización típico. Además, los objetos conductivos, tales como los componentes metálicos situados cerca de la superficie de un dispositivo de visualización típico, pueden distorsionar los campos electromagnéticos causados por una o más bobinas de transmisión. Estas distorsiones pueden causar errores en la determinación de la posición de un lápiz táctil situado sobre la superficie de visualización. La cantidad de distorsión resultante de los objetos circundantes depende de la conductividad y de la permeabilidad de los
- 50

objetos y de su tamaño y ubicación con respecto a las bobinas (o antenas) de recepción y de transmisión. En un ejemplo, las distorsiones pueden ser causadas por campos electromagnéticos creados por corrientes de Foucault generadas en el interior de un objeto metálico, que a su vez pueden alterar o distorsionar un campo magnético generado por una bobina de transmisión asociada con un dispositivo de visualización.

- 5 Un problema con la determinación de la posición de un lápiz táctil sobre una superficie de visualización que utiliza un análisis de intensidad de señal es que pequeños errores en la determinación de la intensidad del campo magnético en un punto del espacio asociado con el lápiz táctil pueden provocar grandes errores de posición. Esta sensibilidad a los errores de posición se debe a que la intensidad del campo magnético en el campo cercano disminuye con el cubo de la distancia entre una bobina de transmisión (o generación) y una bobina de recepción (o de detección). El campo cercano puede estar asociado con una región cercana a la bobina de transmisión, en la que la longitud de onda de la señal que se propaga es larga en comparación con la distancia entre la bobina de transmisión y la bobina de recepción.

15 La figura 1 es un diagrama de bloques de una realización de un entorno informático 100 de red en el que se puede poner en práctica la tecnología dada a conocer. El entorno informático 100 de red incluye una pluralidad de dispositivos informáticos interconectados a través de una o más redes 180. Las una o más redes 180 permiten a un dispositivo informático particular conectarse a y comunicarse con otro dispositivo informático. Los dispositivos informáticos representados incluyen el dispositivo móvil 140, los dispositivos móviles 110 y 120, el ordenador portátil 130 y el servidor de aplicaciones 150. En algunas realizaciones, la pluralidad de dispositivos informáticos puede incluir otros dispositivos informáticos que no se muestran. En algunas realizaciones, la pluralidad de dispositivos informáticos puede incluir más que o menos de la cantidad de dispositivos informáticos mostrados en la figura 1. Las una o más redes 180 pueden incluir una red segura tal como una red privada empresarial, una red no segura tal como una red abierta inalámbrica, una red de área local (LAN – Local Area Network, en inglés), una red de área amplia (WAN – Wide Area Network, en inglés) e Internet. Cada red de las una o más redes 180 puede incluir concentradores, puentes, encaminadores, conmutadores y medios de transmisión cableados, tales como una red cableada o una conexión por cable directo.

20 Un servidor, tal como el servidor de aplicaciones 150, puede permitir que un cliente descargue información (por ejemplo, texto, audio, imágenes y archivos de video) del servidor o realice una consulta de búsqueda relacionada con información particular almacenada en el servidor. En general, un "servidor" puede incluir un dispositivo de hardware que actúa como el hospedador en una relación de cliente a servidor o un proceso de software con el que comparte un recurso o realiza una tarea para uno o más clientes. La comunicación entre dispositivos informáticos en una relación de cliente a servidor puede ser iniciada por un cliente que envía una solicitud al servidor solicitando acceso a un recurso particular o para realizar una tarea particular. El servidor puede realizar posteriormente las acciones solicitadas y devolver la respuesta al cliente.

25 Una realización del dispositivo móvil 140 incluye un sistema de lápiz táctil 148, una pantalla 149, una interfaz de red 145, un procesador 146 y una memoria 147, todas comunicadas entre sí. La pantalla 149 puede mostrar imágenes digitales y/o videos. La pantalla 149 puede incluir una interfaz de usuario con pantalla táctil. El sistema de lápiz táctil 148 puede determinar la posición y orientación de un lápiz táctil, tal como el lápiz táctil 141, con respecto a una superficie de la pantalla 149. La interfaz de red 145 permite que el dispositivo móvil 140 se conecte a una o más redes 180. La interfaz de red 145 puede incluir una interfaz de red inalámbrica, un módem y/o una interfaz de red cableada. El procesador 146 permite que el dispositivo móvil 140 ejecute las instrucciones legibles por ordenador almacenadas en la memoria 147 con el fin de llevar a cabo los procesos descritos en el presente documento.

30 El entorno informático 100 de red puede proporcionar un entorno informático en la nube para uno o más dispositivos informáticos. La informática en la nube se refiere a la informática basada en Internet, en la que los recursos compartidos, el software y/o la información se proporcionan a uno o más dispositivos informáticos bajo demanda a través de Internet (u otra red global). El término "nube" se utiliza como una metáfora para Internet, en base a los dibujos en la nube utilizados en los diagramas de redes informáticas para representar Internet como una abstracción de la infraestructura subyacente que representa.

35 En una realización de un sistema de lápiz táctil 148, la posición y la orientación tridimensional (es decir, los seis grados de libertad) de un lápiz táctil se determinan aplicando una técnica de reconstrucción de la posición basada en células. La técnica de reconstrucción de la posición basada en células puede absorber distorsiones de campo debido a la presencia de objetos conductivos dentro o cerca de la superficie de una pantalla. La técnica de reconstrucción basada en células incluye comparar información de detección derivada en el lápiz táctil con valores predeterminados del campo magnético asociado con una pluralidad de regiones predeterminadas situadas por encima de la superficie de una pantalla.

40 Además, el sistema de lápiz táctil 148 puede utilizar múltiples bobinas de transmisión distribuidas para proporcionar una mayor precisión en la estimación de la posición (por ejemplo, mediante la determinación de la relación del rango métrico) en comparación con los diseños existentes de determinación del rango de la trayectoria única de tres bobinas ortogonales. En un ejemplo, el sistema de lápiz táctil 148 detecta la posición de un lápiz táctil con una precisión de décimas de milímetro y puede actualizar la determinación de la posición 200 veces por segundo (es decir, tiene una velocidad de actualización de la posición de 200 actualizaciones de posición por segundo).

En algunas realizaciones, la utilización de técnicas de espectro ensanchado (por ejemplo, espectro ensanchado modulado en frecuencia) se puede utilizar para distinguir las señales electromagnéticas asociadas con cada una de las múltiples bobinas de transmisión distribuidas. Esto puede permitir la utilización de un receptor frontal y también puede minimizar los errores de modo común. Además, la obtención simultánea de las señales detectadas de las tres bobinas de recepción ortogonales en el lápiz táctil puede mejorar la velocidad de actualización de la posición.

En una realización, se puede utilizar un transmisor de RF simple para transmitir la información de detección desde el lápiz táctil a un controlador de lápiz táctil para su procesamiento. La transmisión de la información de detección asociada con la tensión inducida a través de las tres bobinas de recepción ortogonales en el lápiz táctil a través de un canal de RF simplifica la complejidad del diseño del lápiz táctil y puede reducir el coste y el consumo de energía asociados con el lápiz táctil.

La figura 2 representa una realización de un dispositivo de visualización 200, tal como un dispositivo móvil 140 en la figura 1. El dispositivo de visualización 200 puede ser móvil o no móvil. La tecnología descrita en el presente documento se puede aplicar a dispositivos tanto móviles como no móviles. El dispositivo de visualización 200 incluye una interfaz de pantalla táctil 210 y pulsadores de control físico 222. La interfaz de pantalla táctil puede incluir una pantalla de LCD. La interfaz de pantalla táctil 210 incluye un área de estado 212 que proporciona información con respecto a la intensidad de la señal, el tiempo y la duración de la batería asociada con el dispositivo de visualización 200. Se puede utilizar un lápiz táctil 250 para proporcionar información de entrada para mostrar el dispositivo 200 tocando directamente la interfaz de pantalla táctil 210 o situándolo encima de la superficie de la interfaz 210 de pantalla táctil. El lápiz táctil 250 puede comprender cualquier utensilio de escritura tal como un lápiz táctil de tipo pluma o un lápiz táctil digital.

La figura 3A representa una realización de un dispositivo de visualización 200, tal como un dispositivo móvil 140 en la figura 1, que incluye múltiples bobinas de transmisión 321 a 328. Las múltiples bobinas de transmisión 321 a 328 están distribuidas alrededor de la interfaz de pantalla táctil 210. Cada una de las múltiples bobinas de transmisión 321 a 328 puede comprender un elemento generador de campo magnético. Las bobinas de transmisión 321 y 322 están dispuestas en una primera dirección (por ejemplo, la dirección X). Las bobinas de transmisión 323 y 324 están dispuestas en una segunda dirección (por ejemplo, la dirección Y). Las bobinas de transmisión 325 a 328 están dispuestas en una tercera dirección (por ejemplo, la dirección Z). Tal como se representa en la figura 3A, la primera dirección es ortogonal tanto a la segunda dirección como a la tercera dirección, y la segunda dirección es ortogonal tanto a la primera dirección como a la tercera dirección.

Cada una de las bobinas de transmisión 321 a 328 puede generar un campo magnético por inducción electromagnética. En un ejemplo, una bobina particular (por ejemplo, la bobina de transmisión 321) incluye uno o más hilos enrollados alrededor de un núcleo. El núcleo puede comprender un núcleo de ferrita. La aplicación de una señal de activación a la bobina particular puede hacer que circule una corriente a través de uno o más cables asociados con la bobina particular. La señal de accionamiento puede comprender una o más formas de onda de CA y/o una o más formas de onda de CC pulsadas. Cada bobina de transmisión puede ser accionada por un impulso de corriente o un impulso de tensión. En un ejemplo, la bobina de transmisión 321 es energizada con una corriente alterna dentro del rango de frecuencias de 160 KHz a 190 KHz.

Mediante la utilización de más de tres bobinas de transmisión ortogonales dentro de un único bloque transmisor y distribuyendo las bobinas de transmisión 321 a 328 a lo largo de una base más grande, la tecnología dada a conocer en el presente documento puede medir la relación de los campos magnéticos de al menos dos bobinas de transmisión con el fin de determinar con mayor precisión la distancia mediante la determinación del rango ratiométrico. En algunas realizaciones, al menos dos bobinas de transmisión están dispuestas en una primera dirección y al menos otras dos bobinas de transmisión están dispuestas en una segunda dirección ortogonal a la primera dirección. Las bobinas de transmisión 321 a 328 pueden estar encerradas en el interior de un marco asociado con el dispositivo de visualización 200.

La figura 3B representa una realización de una porción 390 de un lápiz táctil, tal como una porción 390 del lápiz táctil 250 en la figura 2. El lápiz táctil 250 puede comprender cualquier utensilio de escritura tal como un lápiz táctil tipo pluma o un lápiz táctil digital. La porción 390 de un lápiz táctil incluye tres bobinas de recepción 391 a 393. Tal como se representa, las tres bobinas de recepción 391 a 393 comprenden tres bobinas de recepción ortogonales entre sí; la bobina de recepción 393 está dispuesta en la dirección X, la bobina de recepción 392 está dispuesta en la dirección Y, y la bobina de recepción 391 está dispuesta en la dirección Z. De este modo, cada una de las tres bobinas de recepción 391 a 393 puede detectar una componente de campo ortogonal con respecto a un sistema de coordenadas centrado en el lápiz táctil.

La figura 4A representa una realización de una porción 420 de un sistema de lápiz táctil, tal como la porción 420 del sistema de lápiz táctil 148 en la figura 1. La porción 420 de un sistema de lápiz táctil incluye una bobina de transmisión 422 y una bobina de recepción 424. La bobina de transmisión 422 se puede corresponder con la bobina de transmisión 321 en la figura 3A. La bobina de recepción 424 se puede corresponder con la bobina de recepción 393 en la figura 3B. La bobina de transmisión 422 se puede posicionar con respecto a un primer sistema de coordenadas asociado a una superficie de visualización 421. En un ejemplo, la superficie de visualización 421 puede estar asociada con una interfaz de pantalla táctil, tal como la interfaz de pantalla táctil 210 en la figura 2.

La bobina de recepción 424 puede estar posicionada con respecto a un segundo sistema de coordenadas asociado con el lápiz táctil 250. La bobina de recepción 424 puede estar separada desde la punta del lápiz táctil 250 una distancia predeterminada (es decir, la bobina de recepción 424 puede estar posicionada con una separación fija desde la punta del lápiz táctil 470). La ubicación de la bobina de recepción 424 lejos de la punta del lápiz táctil 470 puede reducir los errores de posición causados por la variación de temperatura y/o la tensión mecánica debido a que la punta del lápiz táctil 470 se aplica a la superficie de visualización 421.

Tal como se representa, la bobina de transmisión 422 genera un campo magnético que incluyen una o más líneas de campo tales como las líneas de campo magnético 480. Se puede detectar una tensión inducida a través de la bobina de recepción 424 para determinar la intensidad y la dirección del campo magnético generado por la bobina de transmisión 422. La intensidad y la dirección del campo magnético generado por la bobina de transmisión 422 se puede utilizar para determinar la posición y la orientación de la bobina de recepción 424 con respecto a la bobina de transmisión 422 o con respecto al primer sistema de coordenadas asociado con la superficie de visualización 421. La posición de la bobina de recepción 424 se puede describir mediante las coordenadas X, Y y Z particulares asociadas con el primer sistema de coordenadas. La orientación de la bobina de recepción 424 se puede describir utilizando ángulos de Euler, que pueden proporcionar información de rotación alrededor de los tres ejes ortogonales asociados con el primer sistema de coordenadas.

En una realización, un sistema de lápiz táctil puede comprender ocho bobinas de transmisión (por ejemplo, las ocho bobinas de transmisión 321 a 328 de la figura 3A) y tres bobinas de recepción (por ejemplo, las tres bobinas de recepción 391 a 393 de la figura 3B). Las ocho bobinas de transmisión pueden estar asociadas a un primer sistema de coordenadas. Las tres bobinas de recepción pueden estar asociadas con un segundo sistema de coordenadas. En un ejemplo, cada una de las ocho bobinas de transmisión genera un campo magnético en un tiempo diferente. La intensidad del campo magnético para cada bobina de transmisión puede ser detectada posteriormente por las tres bobinas de recepción en las ocho horas diferentes. En otro ejemplo, cada una de las bobinas de transmisión genera un campo magnético asociado con una frecuencia de señal diferente. La intensidad del campo magnético asociada con cada una de las ocho bobinas de transmisión se puede determinar a través de las ocho frecuencias de señal diferentes. Por lo tanto, el sistema de lápiz táctil que comprende ocho bobinas de transmisión y tres bobinas de recepción puede producir 24 mediciones de campo magnético asociadas con la intensidad de campo magnético desde cada una de las ocho bobinas de transmisión a cada una de las tres bobinas de recepción.

La distancia y la orientación de las tres bobinas de recepción con respecto al primer sistema de coordenadas se pueden describir utilizando modelos matemáticos genéricos de intensidad de campo magnético (por ejemplo, un modelo de dipolo magnético infinitesimal). Los modelos de dipolo magnético suponen típicamente que las bobinas de transmisión son ideales y que la distancia entre las bobinas de transmisión y las bobinas de recepción es mucho mayor que el radio de las bobinas de transmisión. Mediante la utilización de modelos matemáticos genéricos de la intensidad de campo magnético, se puede determinar y resolver un sistema no lineal sobredeterminado de 24 ecuaciones para seis incógnitas (es decir, las tres variables de posición y las tres variables de orientación asociadas con las tres bobinas de recepción) (por ejemplo, utilizando un método iterativo tal como el método de Newton-Raphson).

Sin embargo, los modelos matemáticos genéricos de la intensidad del campo magnético pueden no ser suficientes para determinar la posición y la orientación verdaderas de un lápiz táctil situado por encima de una superficie de visualización debido a la interferencia de las emisiones electrónicas generadas por un dispositivo de visualización típico. Además, los objetos conductivos tales como los componentes metálicos localizados comúnmente cerca de la superficie de un dispositivo de visualización típico pueden distorsionar los campos magnéticos causados por una o más bobinas de transmisión. Esto a su vez puede conducir a errores importantes en la determinación de la posición de un lápiz táctil situado sobre la superficie de visualización porque la intensidad del campo magnético modelizado en el campo cercano se reduce rápidamente con la distancia desde una bobina de transmisión.

La figura 4B representa una realización de un dispositivo de visualización 200 y una o más regiones predeterminadas del espacio 610 situadas por encima del dispositivo de visualización 200. La pluralidad de regiones predeterminadas (o células) 610 puede comprender un volumen de trabajo situado sobre la superficie de la pantalla de visualización 200. La pluralidad de regiones predeterminadas 610 puede comprender una matriz tridimensional de regiones predeterminadas. Tal como se representa, la matriz tridimensional de regiones predeterminadas incluye una matriz de  $3 \times 2 \times 3$  de regiones predeterminadas. En una realización, la matriz tridimensional de regiones predeterminadas incluye una disposición de  $30 \times 30 \times 30$  de regiones predeterminadas. La pluralidad de regiones predeterminadas 610 pueden estar situadas con respecto a una superficie del dispositivo de visualización 200. Cada región predeterminada de la pluralidad de regiones predeterminadas 610 puede comprender una esfera virtual, un cubo virtual, una celda rectangular virtual o una región cúbica.

En una realización, cada región predeterminada está asociada con un conjunto de vectores, en el que cada vector del conjunto de vectores incluye la información del campo magnético asociado con una posición particular y una orientación particular de un lápiz táctil modelo posicionado dentro de la región predeterminada. El conjunto de vectores se puede almacenar dentro de una tabla de calibración o una base de datos de calibración en el dispositivo de visualización. Para un sistema de lápiz táctil que incluye ocho bobinas de transmisión y tres bobinas de recepción, cada vector puede incluir información relacionada con 24 mediciones de campo magnético (por ejemplo,

5 cada medición puede estar asociada con la intensidad del campo magnético desde cada una de las ocho bobinas de transmisión hasta cada una de las tres bobinas de recepción). Cada vector puede ser determinado antes del envío al cliente utilizando un proceso de calibración. Además, dado que las distorsiones del campo magnético debido a la presencia de elementos conductivos dentro o cerca de la superficie de un dispositivo de visualización serán coherentes en una línea particular de dispositivos de visualización, los extensos procesos de calibración solo deben realizarse antes de la producción en volumen de los dispositivos de visualización (es decir, no es necesario realizar una calibración extensa durante la fabricación en volumen).

10 Un proceso de calibración puede incluir el posicionamiento de un lápiz táctil sobre un dispositivo de visualización utilizando un brazo robótico u otro sistema mecánico. Se pueden realizar una o más mediciones por región (o célula) predeterminada colocando la punta del lápiz táctil (u otro punto de referencia relacionado con el lápiz táctil) para ubicarlo dentro de la región predeterminada. En un ejemplo, se realizan seis mediciones por región predeterminada. Cada una de las seis mediciones se puede realizar posicionando una punta de lápiz táctil que se ubicará en un punto central de la región predeterminada. Las seis medidas se pueden corresponder con el posicionamiento de un lápiz táctil sobre un sistema de coordenadas asociado con el dispositivo de visualización. Por ejemplo, el lápiz táctil se puede posicionar en la dirección X positiva, en la dirección Y positiva, en la dirección Z positiva, en la dirección X negativa, en la dirección Y negativa y en la dirección Z negativa. Una de las ventajas de utilizar un proceso de calibración basado en células es que absorbe las distorsiones del campo magnético debidas a la presencia de elementos conductores dentro o cerca del dispositivo de visualización.

20 Se pueden realizar múltiples mediciones asociadas con diferentes posiciones de una punta de lápiz táctil dentro de una región predeterminada. Por ejemplo, cada región predeterminada puede estar asociada con 10 puntos de medición. Los vectores asociados con cada medición se pueden consolidar o promediar en un solo vector. El único vector puede representar una magnitud de campo predeterminada promedio para la región predeterminada.

25 En otra realización, para cada región predeterminada, los campos magnéticos asociados con cada bobina de transmisión pueden aproximarse mediante un conjunto de funciones (por ejemplo, polinomios) con respecto a un sistema de coordenadas de referencia asociado con el dispositivo de visualización. El conjunto de funciones se puede elegir de manera que no haya discontinuidades del valor en las primeras derivadas en las regiones predeterminadas. En un ejemplo, una región predeterminada está asociada con uno o más polinomios que describen campos magnéticos asociados con cada una de una o más bobinas de transmisión. Una ventaja del enfoque del conjunto de funciones por región predeterminada es que se pueden utilizar regiones predeterminadas más grandes, reduciendo de este modo las necesidades de memoria necesaria para una tabla de calibración más grande que consista en un número mayor de regiones predeterminadas.

30 La figura 5A representa una realización de un sistema de lápiz táctil 540, tal como el sistema de lápiz táctil 148 en la figura 1. El sistema de lápiz táctil 540 incluye el controlador de lápiz táctil 544, las bobinas 550 y el lápiz táctil 250. En una realización, el controlador de lápiz táctil 544 y las bobinas 550 están encerrados dentro de un marco asociado con el dispositivo de visualización 200. Las bobinas 550 incluyen una o más bobinas de transmisión. El controlador de lápiz táctil 544 incluye el generador de señal 548, el decodificador de señal 546 y la lógica de orientación y posición del lápiz táctil 542, todos en comunicación entre sí. La salida del decodificador de señal 546 puede comprender un conjunto de números de campo que representan la intensidad del campo detectado desde cada bobina de transmisión hasta cada una de las tres bobinas de recepción en el lápiz táctil. La lógica de orientación y la posición del lápiz táctil 542 pueden determinar la posición y la orientación de un lápiz táctil utilizando el conjunto de números de campo.

40 En una realización, el controlador de lápiz táctil 544 energiza una o más bobinas de transmisión dentro de las bobinas 550, generando con ello uno o más campos magnéticos 552 en un momento particular del tiempo. Posteriormente, el lápiz táctil 250 genera la información de detección asociada con uno o más campos magnéticos 552 y transmite la información de detección al controlador de lápiz táctil 544 a través del canal de RF 562 para su procesamiento. Finalmente, el controlador de lápiz táctil 544 convierte la información de detección en coordenadas asociadas con una posición del lápiz táctil 250. En una realización, la totalidad del controlador de lápiz táctil 544 (o porciones del mismo) se puede implementar en software utilizando un procesador de señal digital (DSP – Digital Signal Processor, en inglés) o implementarse utilizando una FPGA. En algunas realizaciones, la lógica de posición y la orientación del lápiz táctil 542 implementan una técnica de reconstrucción de posición basada en células para determinar la posición y la orientación de un lápiz táctil.

50 En algunas realizaciones, la lógica de posición y orientación del lápiz táctil 542 puede determinar que la posición del lápiz táctil 250 está dentro de una primera proximidad de una bobina cercana de una o más bobinas de transmisión dentro de las bobinas 550. Un problema potencial con que el lápiz táctil esté demasiado cerca de la bobina cercana es que la señal que recibe el lápiz táctil desde la bobina cercana puede ser mucho más grande (y más potente) que la señal que recibe desde una bobina lejana de las una o más bobinas de transmisión. Este problema también se conoce como el problema de cerca-lejos. Debido al problema de cerca-lejos, se pueden producir errores en la determinación de la posición del lápiz táctil 250 si las señales de la bobina cercana ahogan las señales de la bobina lejana (por ejemplo, debido al rango dinámico limitado de los receptores dentro de un lápiz táctil). Dado que las señales recibidas son siempre proporcionales a las señales transmitidas, si la amplitud de la señal transmitida utilizada para accionar la bobina cercana se reduce a la mitad, entonces la señal correspondiente recibida por el

lápiz táctil se reducirá a la mitad. En una realización, cuando la lógica 542 de posición y orientación del lápiz táctil determina que el lápiz táctil 250 está dentro de la primera proximidad de la bobina cercana, reduce la amplitud (o potencia) de las señales utilizadas para accionar la bobina cercana en un factor particular y, a continuación, corrige esta reducción multiplicando la señal recibida por el inverso del factor particular. En otra realización, la lógica 542 de posición y orientación del lápiz táctil ajusta dinámicamente una señal de accionamiento particular asociada con una bobina de transmisión particular dependiendo de la amplitud de la señal correspondiente recibida en el lápiz táctil.

La figura 5B representa una realización de un generador de señal 548. El generador de señal 548 incluye controladores de bobina 502 a 509. Cada controlador de bobina puede estar asociado y accionar una bobina de transmisión particular. Por ejemplo, los ocho controladores de bobina 502 a 509 se pueden utilizar para controlar las ocho bobinas de transmisión 321 a 328 en la figura 3A. Cada controlador de bobina, como el controlador de bobina 502, puede generar una señal de accionamiento. Las señales de accionamiento pueden incluir formas de onda de CA o formas de onda de CC pulsadas.

Un método para activar una o más bobinas de transmisión es energizar las bobinas de transmisión secuencialmente en el tiempo (es decir, multiplexar en el tiempo la generación de campos magnéticos). Un inconveniente de la multiplexación en el tiempo de la generación de campos magnéticos es que conseguir una alta velocidad de actualización puede ser problemático. Otro método para accionar una o más bobinas de transmisión es utilizar una frecuencia de señal diferente para cada una de las una o más bobinas de transmisión (es decir, multiplexación por división de frecuencia). Sin embargo, el enfoque de multiplexación por división de frecuencia puede adolecer de errores debidos a la interferencia de señales de ruido (por ejemplo, debido a los relojes del sistema) que afectan a los campos magnéticos generados en una frecuencia particular sin afectar a los campos magnéticos generados en otras frecuencias.

En una realización, se pueden utilizar técnicas de espectro ensanchado para distinguir las diferentes señales generadas a partir de múltiples bobinas de transmisión. Se pueden utilizar varias señales de espectro ensanchado diferentes tales como señales de espectro de propagación de secuencia directa, señales de espectro ensanchado de salto de frecuencia, señales de espectro ensanchado de salto de tiempo y señales de barrido de frecuencia lineal (es decir, señales moduladas en frecuencia de FM lineal). También se pueden utilizar señales moduladas en frecuencia de FM exponenciales.

La figura 5C representa una realización de una señal modulada en frecuencia de FM lineal. En el instante  $t_1$ , la señal modulada en frecuencia está asociada con la frecuencia  $f_1$ . En el instante  $t_2$ , la señal modulada en frecuencia está asociada con la frecuencia  $f_2$ . Desde el instante  $t_1$  hasta el instante  $t_2$ , la frecuencia de la señal modulada en frecuencia aumenta linealmente con el tiempo.

En una realización, cada accionador de bobina en la figura 5B genera una señal de accionamiento que comprende un flujo continuo de señales moduladas en frecuencia de FM lineales. Las señales moduladas en frecuencia de FM lineales generadas por cada accionador de bobina pueden ser idénticas en forma, pero están desplazadas en el tiempo. La duración de la señal modulada en frecuencia se puede sincronizar con el ciclo de actualización de la posición del lápiz táctil, de modo que cada actualización se basa en las señales generadas a partir de una señal modulada en frecuencia completa. En un ejemplo,  $f_1$  puede ser de 160 kHz,  $f_2$  puede ser de 190 kHz, y la diferencia de tiempo entre  $t_1$  y  $t_2$  puede ser de 5 ms. Cada señal modulada en frecuencia de FM generada por el generador de señal 548 en la figura 5A puede estar desplazada en el tiempo en 625  $\mu$ s (es decir, en un octavo del ciclo de actualización del lápiz táctil de 200 actualizaciones por segundo).

La figura 5D representa una realización de un accionador de bobina 502. La realización representada en la figura 5D también se puede aplicar a cualquiera de los otros accionadores de bobina 503 a 509 de la figura 5B. El accionador de bobina 502 incluye un sintetizador digital directo (DDS – Direct Digital Synthesizer, en inglés) 516, un convertidor de digital a analógico (DAC – Digital to Analog Converter, en inglés) 518 y un amplificador 519. Cada DDS consiste en un acumulador de fase 514 (p 514), un registro de incremento de fase 512 (dp 512), y un registro de cambio de incremento de fase 510 (d2p 510). El registro de cambio de incremento de fase 510 contiene una constante que determina la velocidad de cambio de frecuencia de la señal modulada en frecuencia de FM. El bloque sumador 511 (suma 511) suma el valor almacenado en el registro de cambio de incremento de fase 510 con el valor almacenado en el registro de incremento de fase 512. De este modo, el valor almacenado en el registro de incremento de fase 512 aumentará en el valor almacenado en el registro de cambio de incremento de fase 510 cada ciclo de reloj del DDS. En un ejemplo, el reloj del DDS funciona a una velocidad de actualización de 2 MHz. El bloque sumador 513 (suma 513) suma el valor almacenado en el registro de incremento de fase 512 con el valor almacenado en el acumulador de fase 514. De este modo, el valor almacenado en el acumulador de fase 514 aumentará en el valor almacenado en el registro de incremento de fase 512 cada ciclo de reloj del DDS. El valor almacenado en el acumulador de fase 514 es introducido en la tabla de búsqueda 515 (LUT (LookUp Table, en inglés) 515) para generar una señal de onda sinusoidal continua. En un ejemplo, la tabla de búsqueda 515 puede comprender una tabla de ondas sinusoidales y solo necesita almacenar un cuarto de una onda sinusoidal debido a la simetría de la función.

La salida del DDS 516 es convertida en una señal analógica a través de DAC 518. La salida de DAC 518 es almacenada temporalmente antes de activar una bobina de transmisión particular a través del amplificador 519 (Amp

519). En una realización, un solo bloque de DDS puede ser compartido a través de múltiples accionadores de bobina mediante multiplexación en el tiempo. La salida del amplificador 519 se utiliza para accionar una bobina de transmisión particular, tal como una de las una o más bobinas de transmisión dentro de las bobinas 550 de la figura 5A. Esto hace que la bobina de emisión particular genere un campo magnético que puede ser detectado posteriormente mediante una o más bobinas de recepción dentro de un lápiz táctil.

La figura 5E representa una realización de un lápiz táctil 250. El lápiz táctil 250 incluye tres bobinas de recepción 571 a 573. Las tres bobinas de recepción 571 a 573 pueden ser tres bobinas de recepción ortogonales. Las tres bobinas de recepción pueden estar arrolladas alrededor de un único núcleo de ferrita común. Cada una de las tres bobinas de recepción 571 a 573 acciona un preamplificador de bajo ruido (amp 574, amp 575 y amp 576, respectivamente). Cada uno de los preamplificadores de bajo ruido 574 a 576 se utiliza para detectar y amplificar una tensión inducida a través de una bobina de recepción particular. En una realización, las salidas de los preamplificadores de bajo ruido 574 a 576 pueden comprender información de detección asociada con la intensidad del campo magnético detectado de cada una de las una o más bobinas de transmisión (por ejemplo, desde las una o más bobinas de transmisión dentro de las bobinas 550 de la figura 5A) hasta cada una de las bobinas de recepción 571 a 573. Cada uno de los preamplificadores de bajo ruido 574 a 576 acciona un mezclador (mezclador 580, mezclador 581 y mezclador 582, respectivamente). Cada mezclador de los mezcladores 580 a 582 introduce dos señales de primera y segunda frecuencias y emite una nueva señal que comprende la suma de las frecuencias primera y segunda y la diferencia de las frecuencias primera y segunda. Los mezcladores se utilizan comúnmente para desfasar las señales de un rango de frecuencia a otro a través de un proceso conocido como heterodinación.

El generador de tono piloto 586 genera una señal de tono piloto. Un tono piloto puede incluir una sola frecuencia de referencia. En un ejemplo, la frecuencia del tono piloto es generada por un oscilador de cristal que oscila a 32,768 kHz. Se puede utilizar un bucle bloqueado en fase (PLL – Phase-Locked Loop, en inglés) para generar una señal de salida de una frecuencia más alta que una señal de entrada dada. La frecuencia de la señal de salida de un PLL puede ser mayor que la frecuencia de la señal de entrada dada en un múltiplo predeterminado. Los PLL multiplicadores 577 a 579 generan señales de salida de seis veces, siete veces y ocho veces la frecuencia del tono piloto, respectivamente.

El mezclador 580 mezcla una versión amplificada de la tensión detectada en la bobina de recepción 571 con una señal a seis veces la frecuencia del tono piloto. El mezclador 581 mezcla una versión amplificada de la tensión detectada en la bobina de recepción 572 con una señal a siete veces la frecuencia del tono piloto. El mezclador 582 mezcla una versión amplificada de la tensión detectada en la bobina de recepción 573 con una señal a ocho veces la frecuencia del tono piloto. Después del proceso de mezcla, las señales de cada una de las bobinas de recepción son desfasadas para ocupar tres canales adyacentes separados. Los circuitos sumadores 583 (sum 583) combinan las salidas de los mezcladores 580 a 582. Además, los circuitos de suma 583 puede combinar la señal de tono piloto para transmitir el tono piloto a un controlador de lápiz táctil. En una realización, la señal del tono piloto puede ser modulada para transmitir datos auxiliares, tales como la intensidad en la punta de un lápiz táctil o el estado de un pulsador en un lápiz táctil.

La salida sumada de los circuitos de suma 583 es introducida en el filtro de paso bajo (LPF – Low-Pass Filter, en inglés) 584 para eliminar las bandas de imagen del proceso de mezcla. En un ejemplo, el LPF 584 comprende un filtro de un solo polo que elimina todas las frecuencias por encima de 100 kHz. A continuación, la salida del LPF 584 puede incluir tres bandas de señal asociadas con las tres bobinas de recepción. En un ejemplo, la primera banda de señal puede incluir frecuencias de señal de entre dos y 32 kHz, la segunda banda de señal puede incluir frecuencias de señal de entre 34 y 64 kHz, y la tercera banda de señal puede incluir frecuencias de señal de entre 66 y 96 kHz. La salida del LPF 584 acciona un solo transmisor 585. En un ejemplo, el transmisor 585 puede comprender un transmisor de FM o de RF. En algunas realizaciones, cada uno de los tres preamplificadores de bajo ruido 574 a 576 puede accionar uno de tres transmisores diferentes directamente (es decir, la información de detección puede ser transmitida directamente a un controlador de lápiz táctil sin que se lleve a cabo una mezcla o una suma).

Debido a que la mayor parte del procesamiento de señal se realiza mediante un controlador de lápiz táctil, el consumo total de energía asociado con el lápiz táctil 250 se reduce al mínimo. Para reducir aún más el consumo de energía, el transmisor de FM puede ser apagado después de un período de inactividad. El transmisor de FM puede ser habilitado de nuevo una vez que se ha detectado que se ha presionado la punta del lápiz táctil o que se ha empujado el pulsador del lápiz táctil.

La figura 5F representa una realización de un decodificador de señal 546. El decodificador de señal 546 incluye un receptor 525, un convertidor de analógico a digital (ADC – Analog to Digital Converter, en inglés) 524, un demodulador 522 y uno o más correlacionadores 527. El receptor 525 puede comprender un receptor de FM o de RF. El demodulador 522 incluye los bloques de PLL 523, de DDS 529 y de IRM/FIR 526 a 528. La salida del receptor 525 es convertida en una señal digital por medio del ADC 524. En un ejemplo, el ADC 524 comprende un ADC de 16 bits. La salida del ADC 524 es utilizada por el demodulador 522 para extraer la información de detección generada por el lápiz táctil.

La señal de tono piloto recibida en la transmisión de RF por el receptor 525 puede ser utilizada por el PLL 523 para bloquear el tono piloto del lápiz táctil. El tono piloto permite la reconstrucción de las componentes X, Y y Z de las

bobinas de recepción en el lápiz táctil que fueron multiplexadas en frecuencia en la única señal de RF recibida por el receptor 525. Una vez que el PLL se ha bloqueado en el tono piloto, la salida del PLL puede ser utilizada por la DDS 529 para reproducir las tres frecuencias intermedias a seis, siete y ocho veces la frecuencia del tono piloto. En un ejemplo, un solo DDS puede generar las tres frecuencias intermedias multiplicando la salida del PLL por una constante apropiada. El DDS 529 puede generar asimismo señales en cuadratura para su utilización por mezcladores de rechazo de imágenes (IRM – Image Reject Mixer, en inglés).

Una vez que se han generado las frecuencias intermedias, se pueden utilizar bloques de IRM/FIR 526 a 528 para separar las tres señales asociadas con las tres bobinas de recepción en el lápiz táctil. Esto se puede conseguir mediante el filtrado en paso de banda de la banda apropiada y, a continuación, multiplicando la señal filtrada por la frecuencia intermedia apropiada. De este modo, el demodulador 522 extrae y emite tres señales asociadas con las tres bobinas de recepción en el lápiz táctil.

Las tres salidas del demodulador 522 se utilizan para accionar uno o más correlacionadores 527. Cada uno de los correlacionadores 527 detecta y/o extrae tres señales asociadas con una bobina de transmisión particular (por ejemplo, una de las ocho bobinas de transmisión 321 a 328 en la figura 3A). De este modo, la salida de los uno o más correlacionadores 527 puede comprender un conjunto de números de campo que representan la intensidad del campo detectado desde cada bobina de transmisión hasta cada una de las tres bobinas de recepción en el lápiz táctil. En un ejemplo, los uno o más correlacionadores 527 pueden comprender ocho correlacionadores; un correlacionador para cada una de las ocho bobinas de transmisión 321 a 328 en la figura 3A. En este caso, el estado de las 24 salidas de los correlacionadores (es decir, tres señales asociadas con cada una de las tres bobinas de recepción en el lápiz táctil para cada una de las ocho bobinas de transmisión) puede ser enviado a un accionador del lápiz táctil, tal como la posición del lápiz táctil y la lógica de orientación 542 en la figura 5A, cada ciclo de actualización.

En una realización, los uno o más correlacionadores comprenden uno o más correlacionadores de espectro ensanchado. Cada uno de los correlacionadores de espectro ensanchado puede responder solo a señales que están codificadas con un código de pseudo-ruido especial que coincide con su propio código. Los uno o más correlacionadores 527 pueden incluir asimismo uno o más bloques de acumulación múltiple y uno o más DDS para el desfase de las señales de entrada en una cantidad apropiada para permitir una detección coherente.

La figura 6 es un diagrama de flujo que describe un ejemplo de un proceso para determinar la posición y la orientación de un lápiz táctil. El proceso mencionado anteriormente se puede llevar a cabo de manera continua y mediante uno o más dispositivos informáticos. Cada etapa en el proceso mencionado anteriormente puede ser llevada a cabo por los mismos o diferentes dispositivos informáticos que los utilizados en otras etapas, y no es necesario que cada etapa sea necesariamente llevada a cabo por un único dispositivo informático. En un ejemplo, el proceso de la figura 6 se lleva a cabo mediante el sistema de lápiz táctil 540 en la figura 5A.

En la etapa 702, se generan una o más señales de activación. Las una o más señales de activación se pueden generar utilizando un generador de señal, tal como el generador de señal 548 en la figura 5A. En la etapa 704, se generan uno o más campos magnéticos que se originan desde un dispositivo de visualización. Los uno o más campos magnéticos se pueden generar utilizando una o más bobinas de transmisión, tales como las que se encuentran en las bobinas 550 de la figura 5A. En la etapa 706, se detectan una o más tensiones en un lápiz táctil en respuesta a uno o más campos magnéticos generados en la etapa 704. Las una o más tensiones pueden ser detectadas por una o más bobinas de recepción, tales como las bobinas de recepción 571 a 573 en figura 5E. En la etapa 708, la información de detección es transmitida desde el lápiz táctil al dispositivo de visualización. La información de detección puede ser transmitida a través de un enlace de RF. En la etapa 710, la posición y la orientación del lápiz táctil son determinadas en base a la información de detección recibida. La posición y la orientación del lápiz táctil pueden ser determinadas mediante un controlador de lápiz táctil, tal como el controlador de lápiz táctil 544 en la figura 5A.

La figura 7 es un diagrama de flujo que describe un ejemplo de un proceso para determinar la posición y la orientación de un lápiz táctil dada la información de detección recibida de un lápiz táctil. El proceso representado en la figura 7 es un ejemplo de un proceso para implementar la etapa 710 en la figura 6. El proceso mencionado anteriormente puede ser llevado a cabo de manera continua y mediante uno o más dispositivos informáticos. Cada etapa en el proceso mencionado anteriormente puede ser llevada a cabo por los mismos o diferentes dispositivos informáticos que los utilizados en otras etapas, y no es necesario que cada etapa sea necesariamente llevada a cabo por un único dispositivo informático. En un ejemplo, el proceso de la figura 7 se lleva a cabo mediante un controlador de lápiz táctil, tal como el controlador de lápiz táctil 544 en la figura 5A.

En la etapa 802 de la figura 7, la información de detección es recibida desde un lápiz táctil. La información de detección puede ser recibida como un único flujo de datos e incluye información de la tensión asociada con la intensidad del campo magnético detectado en cada una de una o más bobinas de recepción. En la etapa 804, los datos de detección asociados con cada una de una o más bobinas de recepción son extraídos de la información de detección. Los datos de detección pueden incluir valores de datos asociados con la tensión detectada en una bobina de recepción particular. En un ejemplo, los datos de detección asociados con cada una de una o más bobinas de recepción se pueden extraer utilizando un demodulador, tal como el demodulador 522 en la figura 5F.

5 En la etapa 806, se determina la intensidad del campo detectado desde cada una de una o más bobinas de transmisión hasta cada una de las una o más bobinas de recepción. En un ejemplo, la intensidad del campo detectado desde cada una de las una o más bobinas de transmisión hasta cada una de las una o más bobinas de recepción puede ser determinada utilizando uno o más correlacionadores, tal como uno o más correlacionadores 527 en la figura 5F.

10 En la etapa 808, se emite un conjunto de números asociados con la intensidad del campo detectado desde cada una de una o más bobinas de transmisión hasta cada una de una o más bobinas de recepción. En un ejemplo, el conjunto de números comprende un conjunto de números de campo que representan la intensidad del campo detectado desde cada una de las bobinas de transmisión hasta cada una de las una o más bobinas de recepción en el lápiz táctil. El conjunto de números puede ser enviado a un accionador de lápiz táctil, tal como la posición del lápiz táctil y la lógica de orientación 542 en la figura 5A. En la etapa 810, la posición y la orientación del lápiz táctil se determinan en función del conjunto de números. En un ejemplo, un accionador de lápiz táctil, tal como la posición del lápiz táctil y la lógica de orientación 542 en la figura 5A, determina la posición y la orientación del lápiz táctil utilizando una técnica de reconstrucción de la posición basada en células.

15 La figura 8A es un diagrama de flujo que describe una realización de un proceso para determinar la posición de un lápiz táctil. El proceso representado en la figura 8A es un ejemplo de un proceso para implementar la etapa 810 en la figura 7. El proceso mencionado anteriormente puede ser realizado de manera continua y mediante uno o más dispositivos informáticos. Cada etapa en el proceso mencionado anteriormente puede ser llevada a cabo por los mismos o diferentes dispositivos informáticos que los utilizados en otras etapas, y no es necesario que cada etapa sea necesariamente llevada a cabo por un único dispositivo informático. En una realización, el proceso de la figura 8 se lleva a cabo mediante un accionador de lápiz táctil, tal como el accionador de lápiz táctil 542 en la figura 5A.

20 En la etapa 932 de la figura 8A, se reciben datos de la intensidad del campo. En un ejemplo, los datos de la intensidad del campo se reciben desde un decodificador de señal, tal como el decodificador de señal 546 en la figura 5A. En la etapa 934, se aplica una matriz de ortogonalización y escalado a los datos de intensidad del campo. La matriz de ortogonalización y escalado se puede utilizar para corregir la desigual ganancia en los preamplificadores de bajo ruido, las asimetrías en la geometría de la bobina y el hecho de que no es práctico organizar perfectamente las tres bobinas de recepción para que sean exactamente ortogonales entre sí. Además, se pueden tener en cuenta los desfases de las tres bobinas de recepción en un lápiz táctil hasta la punta del lápiz táctil. En la etapa 936, se determina una primera región. La primera región se puede corresponder con una región predeterminada, tal como una de la pluralidad de regiones predeterminadas (o celdas) 610 de la figura 4B, que mejor coincida con los datos de intensidad del campo. En un ejemplo, la determinación de la primera región puede incluir comparar una magnitud de campo predeterminada asociada con la primera región con los datos de intensidad del campo. En algunas realizaciones, se puede utilizar una posición del lápiz táctil determinada previamente para ayudar a determinar la primera región.

35 En la etapa 938, se determina una primera posición asociada con la primera región. La primera posición puede comprender las coordenadas X, Y y Z en relación con la superficie de un dispositivo de visualización. En la etapa 940, se localizan una o más regiones vecinas. Las una o más regiones vecinas pueden estar asociadas con una o más regiones predeterminadas vecinas a la región predeterminada que mejor coincida con los datos de intensidad del campo. En la etapa 942, se determina una posición interpolada utilizando los datos de intensidad del campo asociados con las una o más regiones vecinas. En la etapa 944, la posición interpolada se transmite como la posición de un lápiz táctil. Por ejemplo, la posición interpolada puede ser enviada a una aplicación que se ejecuta en un dispositivo de visualización.

40 La figura 8B es un diagrama de flujo que describe otro ejemplo de un proceso para determinar la posición de un lápiz táctil. El proceso representado en la figura 8B es un ejemplo de un proceso para implementar la etapa 810 en la figura 7. El proceso mencionado anteriormente puede ser realizado de manera continua y mediante uno o más dispositivos informáticos. Cada etapa en el proceso mencionado anteriormente puede ser llevada a cabo por los mismos o diferentes dispositivos informáticos que los utilizados en otras etapas, y no es necesario que cada etapa sea necesariamente llevada a cabo por un único dispositivo informático. En un ejemplo, el proceso de la figura 8B se lleva a cabo mediante un accionador de lápiz táctil, tal como el accionador de lápiz táctil 542 en la figura 5A.

50 En la etapa 902, se reciben datos de la intensidad del campo. En un ejemplo, los datos de intensidad del campo se reciben de un decodificador de señal, tal como el decodificador de señal 546 en la figura 5A. En la etapa 904, se aplica una matriz de ortogonalización y escalado a los datos de intensidad del campo. La matriz de ortogonalización y escalado se puede utilizar para corregir la desigual ganancia en los preamplificadores de bajo ruido, las asimetrías en la geometría de la bobina y el hecho de que no es práctico organizar perfectamente las tres bobinas de recepción para que sean exactamente ortogonales entre sí. Además, se pueden tener en cuenta los desfases de las tres bobinas de recepción en un lápiz táctil hasta la punta del lápiz táctil. En la etapa 906, se determina una primera región. La primera región se puede corresponder con una región predeterminada, tal como una de la pluralidad de regiones predeterminadas (o celdas) 610 de la figura 4B, que mejor coincida con los datos de intensidad del campo. En un ejemplo, la determinación de la primera región puede incluir comparar una magnitud de campo predeterminada asociada con la primera región con los datos de intensidad del campo. En algunas realizaciones, se puede utilizar una posición de lápiz táctil previamente determinada para ayudar a determinar la primera región.

En la etapa 908, se determina una primera posición asociada con la primera región. La primera posición puede comprender las coordenadas X, Y y Z con respecto a la superficie de un dispositivo de visualización. En la etapa 910, se determina si la primera posición está cerca de un borde de la primera región. Si se determina que la primera posición no está cerca de un borde de la primera región, entonces la primera posición se envía en la etapa 912. En caso contrario, si se determina que la primera posición está cerca de un borde de la primera región, entonces una o más regiones vecinas son localizadas en la etapa 914. Las una o más regiones vecinas pueden estar asociadas con una o más regiones predeterminadas vecinas a la región predeterminada que mejor coincida con los datos de intensidad del campo en la etapa 906. En la etapa 916, se determina si una nueva posición asociada con una de las una o más regiones vecinas proporciona una mejor solución. Si una nueva posición proporciona una mejor solución, entonces la nueva posición se envía en la etapa 918. En caso contrario, si la primera posición proporciona una mejor solución, entonces la primera posición se envía en la etapa 920.

La tecnología dada a conocer puede ser utilizada con varios sistemas informáticos. Las figuras 9 a 10 proporcionan ejemplos de diversos sistemas informáticos que pueden ser utilizados para implementar las realizaciones de la tecnología dada a conocer.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una realización de un dispositivo móvil 8300, tal como el dispositivo móvil 140 en la figura 1. Los dispositivos móviles pueden incluir ordenadores portátiles, ordenadores de bolsillo, teléfonos móviles, asistentes digitales personales y dispositivos de medios manuales que han sido integrados con tecnología de receptor / transmisor inalámbrico.

El dispositivo móvil 8300 incluye uno o más procesadores 8312 y memoria 8310. La memoria 8310 incluye las aplicaciones 8330 y el almacenamiento no volátil 8340. La memoria 8310 puede ser cualquier tipo de medio de almacenamiento de memoria, incluida la memoria no volátil y volátil. Un sistema operativo de dispositivo móvil maneja las diferentes operaciones del dispositivo móvil 8300 y puede contener interfaces de usuario para operaciones, tales como hacer y recibir llamadas telefónicas, mensajes de texto, verificar el correo de voz y similares. Las aplicaciones 8330 pueden ser cualquier variedad de programas, tales como una aplicación de cámara para fotos y/o videos, una libreta de direcciones, una aplicación de calendario, un reproductor multimedia, un buscador de Internet, juegos, una aplicación de alarma y otras aplicaciones. El componente de almacenamiento no volátil 8340 en la memoria 8310 puede contener datos tales como música, fotos, datos de contacto, datos de programación y otros archivos.

Los uno o más procesadores 8312 se comunican asimismo con el transmisor / receptor de RF 8306 que, a su vez, está acoplado a una antena 8302, un transmisor / receptor 8708 con receptor de servicio de posicionamiento global (GPS – Global Positioning System, en inglés) 8365 y con un sensor de movimiento / orientación 8314 que puede incluir un acelerómetro y/o un magnetómetro. El transmisor / receptor de RF 8306 puede permitir la comunicación inalámbrica por medio de diversos estándares de tecnología inalámbrica tales como Bluetooth® o los estándares IEEE 802.11. Los acelerómetros han sido incorporados a los dispositivos móviles para permitir aplicaciones tales como aplicaciones de interfaz inteligente de usuario que permiten a los usuarios introducir órdenes por medio de gestos, y aplicaciones de orientación que pueden cambiar automáticamente la pantalla de vertical a horizontal cuando se gira el dispositivo móvil. Se puede proporcionar un acelerómetro, por ejemplo, mediante un sistema micro-electromecánico (MEMS – Micro-ElectroMechanical System, en inglés) que es un pequeño dispositivo mecánico (de dimensiones micrométricas) construido sobre un chip semiconductor. La dirección de aceleración, así como la orientación, la vibración y el choque se pueden detectar. Los uno o más procesadores 8312 se comunican además con un timbre / vibrador 8316, un teclado / pantalla de interfaz de usuario 8318, un altavoz 8320, un micrófono 8322, una cámara 8324, un detector de luz 8326, y un detector de temperatura 8328. El teclado / pantalla de interfaz de usuario puede incluir una pantalla táctil.

Los uno o más procesadores 8312 controlan la transmisión y la recepción de señales inalámbricas. Durante un modo de transmisión, uno o más procesadores 8312 proporcionan señales de voz desde el micrófono 8322, u otras señales de datos, al transmisor / receptor de RF 8306. El transmisor / receptor 8306 transmite la señal a través de la antena 8302. Se utiliza el timbre / vibrador 8316 para señalar una llamada entrante, un mensaje de texto, un recordatorio de calendario, un recordatorio de alarma u otra notificación al usuario. Durante un modo de recepción, el transmisor / receptor de RF 8306 recibe una señal de voz o una señal de datos desde una estación remota a través de la antena 8302. Se proporciona una señal de voz recibida al altavoz 8320 mientras que otras señales de datos recibidas son procesadas apropiadamente.

Adicionalmente, se puede utilizar un conector físico 8388 para conectar el dispositivo móvil 8300 a una fuente de alimentación externa, tal como un adaptador de CA o una estación de acoplamiento alimentada, con el fin de recargar la batería 8304. El conector físico 8388 puede utilizarse asimismo como una conexión de datos a un dispositivo informático externo. La conexión de datos permite operaciones tales como la sincronización de datos del dispositivo móvil con los datos informáticos en otro dispositivo.

La figura 10 es un diagrama de bloques de una realización de un entorno de sistema informático 2200, tal como el ordenador 130 en la figura 1. El entorno de sistema informático 2200 incluye un dispositivo informático de propósito general en forma de un ordenador 2210. Los componentes del ordenador 2210 pueden incluir, pero no están limitados a, una unidad de procesamiento 2220, una memoria de sistema 2230 y un bus de sistema 2221 que acopla

varios componentes del sistema incluyendo la memoria del sistema 2230 a la unidad de procesamiento 2220. El bus del sistema 2221 puede ser cualquiera de varios tipos de estructuras de bus incluyendo un bus de memoria, un bus periférico y un bus local que utiliza cualquiera de una variedad de arquitecturas de bus. A modo de ejemplo, y no de limitación, dichas arquitecturas incluyen el bus de arquitectura del estándar de la industria (ISA - Industry Standard Architecture, en inglés), el bus de arquitectura de microcanales (MCA - Micro Channel Architecture, en inglés), el bus ISA mejorado (EISA - Enhanced ISA, en inglés), el bus local de la asociación de estándares de la electrónica del video (VESA - Video Electronics Standards Association, en inglés) y el bus de interconexión de componentes periféricos (PCI - Peripheral Component Interconnect, en inglés).

El ordenador 2210 incluye típicamente una variedad de medios legibles por ordenador. Los medios legibles por ordenador pueden ser cualquier medio disponible al que se puede acceder mediante el ordenador 2210 e incluye tanto medios volátiles como no volátiles, medios extraíbles y no extraíbles. A modo de ejemplo, y no de limitación, los medios legibles por ordenador pueden comprender un medio de almacenamiento informático. El medio de almacenamiento informático incluye un medio volátil y no volátil, extraíble y no extraíble implementado en cualquier método o tecnología para el almacenamiento de información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. El medio de almacenamiento informático incluye, entre otros, RAM, ROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria, CD a ROM, discos versátiles digitales (DVD) u otro tipo de almacenamiento en disco óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para almacenar la información deseada y al que se pueda acceder mediante el ordenador 2210. Las combinaciones de cualquiera de los anteriores también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

La memoria del sistema 2230 incluye un medio de almacenamiento informático en forma de memoria volátil y/o no volátil, tal como una memoria de solo lectura (ROM - Read Only Memory, en inglés) 2231 y una memoria de acceso aleatorio (RAM - Random Access Memory, en inglés) 2232. Un sistema básico de entrada / salida 2233 (BIOS - Basic Input / Output System, en inglés), que contiene las rutinas básicas que ayudan a transferir información entre elementos del interior del ordenador 2210, tal como durante la puesta en marcha, generalmente está almacenado en la ROM 2231. La RAM 2232 contiene típicamente módulos de datos y/o programas que son accesibles de manera inmediata y/o están siendo accionados actualmente por la unidad de procesamiento 2220. A modo de ejemplo, y no de limitación, la figura 10 ilustra el sistema de accionamiento 2234, los programas de aplicación 2235, otros módulos de programa 2236 y datos de programa 2237.

El ordenador 2210 puede incluir asimismo otros medios de almacenamiento informáticos volátiles / no volátiles extraíbles / no extraíbles. A modo de ejemplo solamente, la figura 10 ilustra una unidad de disco duro 2241 que lee o escribe en medios magnéticos no volátiles no extraíbles, una unidad de disco magnético 2251 que lee o escribe en un disco magnético no volátil extraíble 2252, y una unidad de disco óptico 2255 que lee o escribe en un disco óptico no volátil extraíble 2256, tal como un CD ROM u otros medios ópticos. Otros medios de almacenamiento informático volátiles / no volátiles extraíbles / no extraíbles que se pueden utilizar en el entorno de funcionamiento a modo de ejemplo incluyen, pero no se limitan a, casetes de cinta magnética, tarjetas de memoria rápida, discos versátiles digitales, cinta de video digital, memoria RAM de estado sólido, memoria ROM de estado sólido y similares. La unidad de disco duro 2241 está típicamente conectada al bus del sistema 2221 a través de una interfaz de memoria no extraíble tal como la interfaz 2240, y el disco magnético 2251 y el disco óptico 2255 están típicamente conectados al bus del sistema 2221 a través de una interfaz de memoria extraíble, tal como la interfaz 2250.

Los accionadores y sus medios de almacenamiento informático asociados analizados anteriormente e ilustrados en la figura 10, proporcionan almacenamiento de instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa y otros datos para el ordenador 2210. En la figura 10, por ejemplo, la unidad de disco duro 2241 se ilustra como sistema operativo de almacenamiento 2244, programas de aplicación 2245, otros módulos de programa 2246, y datos de programa 2247. Obsérvese que estos componentes pueden ser los mismos o diferentes de los opcionales del sistema operativo 2234, programas de aplicación 2235, otros módulos de programa 2236 y datos de programa 2237. El sistema operativo 2244, los programas de aplicación 2245, otros módulos de programa 2246 y los datos de programa 2247 son en el presente documento números diferentes para ilustrar que, como mínimo, son copias diferentes. Un usuario puede introducir órdenes e información en el ordenador 2210 a través de dispositivos de entrada tales como un teclado 2262 y un dispositivo señalador 2261, comúnmente denominados ratón, bola de rastreo o almohadilla táctil. Otros dispositivos de entrada (no mostrados) pueden incluir un micrófono, una palanca de mando, una almohadilla para juegos, una antena parabólica, un escáner o similar. Estos y otros dispositivos de entrada a menudo están conectados a la unidad de procesamiento 2220 a través de una interfaz de entrada de usuario 2260 que está acoplada al bus del sistema, pero puede estar conectada por otras estructuras de interfaz y bus, tales como un puerto paralelo, un puerto de juego o un bus universal de serie (USB - Universal Serial Bus, en inglés). Un monitor 2291 u otro tipo de dispositivo de visualización también está conectado al bus del sistema 2221 a través de una interfaz, tal como una interfaz de video 2290. Además del monitor, los ordenadores también pueden incluir otros dispositivos periféricos de salida tales como altavoces 2297 e impresora 2296, que pueden estar conectados a través de una interfaz periférica de salida 2295.

El ordenador 2210 puede funcionar en un entorno de red utilizando conexiones lógicas a uno o más ordenadores remotos, tales como un ordenador remoto 2280. El ordenador remoto 2280 puede ser un ordenador personal, un servidor, un encaminador, un PC en red, un dispositivo par u otro nodo de red común, y típicamente incluye muchos

o todos los elementos descritos anteriormente en relación con el ordenador 2210, aunque solo se ha ilustrado un dispositivo de almacenamiento de memoria 2281 en la figura 10. Las conexiones lógicas representadas en la figura 10 incluyen una red de área local (LAN) 2271 y una red de área ensanchada (WAN) 2273, pero también pueden incluir otras redes. Dichos entornos de red son comunes en oficinas, redes informáticas para toda la empresa, intranets e Internet.

Cuando se utiliza en un entorno de red LAN, el ordenador 2210 está conectado a la LAN 2271 a través de una interfaz de red o adaptador 2270. Cuando se utiliza en un entorno de red WAN, el ordenador 2210 típicamente incluye un módem 2272 u otro medio para establecer comunicaciones a través de la WAN 2273, tal como Internet. El módem 2272, que puede ser interno o externo, puede estar conectado al bus del sistema 2221 a través de la interfaz de entrada del usuario 2260, o de otro mecanismo apropiado. En un entorno de red, los módulos de programa representados con respecto al ordenador 2210, o partes de los mismos, pueden almacenarse en el dispositivo de almacenamiento de memoria remota. A modo de ejemplo, y no de limitación, la figura 10 ilustra programas de aplicación remota 2285 que residen en el dispositivo de memoria 2281. Se apreciará que las conexiones de red mostradas son a modo de ejemplo y que se pueden utilizar otros medios para establecer un enlace de comunicaciones entre los ordenadores.

La tecnología dada a conocer funciona con numerosos entornos o configuraciones de sistemas informáticos de propósito general o propósito especial adicionales. Ejemplos de sistemas informáticos, entornos y/o configuraciones bien conocidos que pueden ser adecuados para su utilización con la tecnología incluyen, entre otros, ordenadores personales, ordenadores servidores, dispositivos manuales o portátiles, sistemas de multiprocesadores, basados en sistemas de microprocesadores, decodificadores, dispositivos electrónicos de consumo programables, PC en red, miniordenadores, ordenadores centrales, entornos informáticos distribuidos que incluyen cualquiera de los sistemas o dispositivos anteriores, y similares.

La tecnología dada a conocer se puede describir en el contexto general de instrucciones ejecutables por ordenador, tales como módulos de programa, que se ejecutan en un ordenador. En general, los módulos de software y de programa descritos en este documento incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos y otros tipos de estructuras que realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares. El hardware o las combinaciones de hardware y software pueden ser sustituidos por módulos de software, tal como se describe en este documento.

La tecnología dada a conocer se puede poner en práctica asimismo en entornos informáticos distribuidos en los que las tareas se llevan a cabo mediante dispositivos de procesamiento remoto que están enlazados a través de una red de comunicaciones. En un entorno informático distribuido, los módulos de programa pueden estar situados tanto en medios de almacenamiento informáticos locales como remotos, incluidos los dispositivos de almacenamiento de memoria.

Para los fines de este documento, la referencia en la memoria descriptiva a "realización", "una realización", "algunas realizaciones" u "otra realización" se utilizan para describir diferentes realizaciones y no se refieren necesariamente a la misma realización.

Para los fines de este documento, una conexión puede ser una conexión directa o una conexión indirecta (por ejemplo, a través de otra parte).

Para los propósitos de este documento, el término "conjunto" de objetos se refiere a un "conjunto" de uno o más de los objetos.

Aunque el tema se ha descrito en un lenguaje específico para características estructurales y/o actos metodológicos, debe entenderse que el asunto definido en las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitado a las características o actos específicos descritos anteriormente. Por el contrario, las características y actos específicos descritos anteriormente se describen como formas de implementación a modo de ejemplo de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Método para determinar una posición de un lápiz táctil (141, 250), que comprende:

5 generar (702) una o más señales de accionamiento, estando cada una de las una o más señales de accionamiento asociadas con una bobina de transmisión (321 a 328, 422) particular de una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422), estando asociadas las una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422) con un dispositivo de visualización (140);

generar (704) uno o más campos magnéticos, estando asociado cada uno de los uno o más campos magnéticos con una señal de accionamiento particular de las una o más señales de accionamiento;

10 detectar (706) una o más tensiones, estando cada una de las una o más tensiones asociada con una bobina de recepción (391 a 393, 424) particular de una o más bobinas de recepción (391 a 393, 424), estando las una o más tensiones generadas por los uno o más campos magnéticos, estando las una o más bobinas de recepción (391 a 393, 424) asociadas con el lápiz táctil (141, 250);

15 transmitir (708) información de detección basada en las una o más tensiones del lápiz táctil (141, 250) al dispositivo de visualización (140), incluyendo la información de detección un conjunto de números de campo que representan la intensidad del campo magnético detectado desde cada una de las una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422) hasta cada una de las una o más bobinas de recepción (391 a 393, 424); y

20 determinar (710) la posición del lápiz táctil (141, 250) dentro de una de la pluralidad de regiones predeterminadas situadas encima de una superficie del dispositivo de visualización (140), incluyendo la determinación de la posición del lápiz táctil (141, 250) determinar una primera región de la pluralidad de regiones predeterminadas en base a la información de detección recibida, estando la primera región asociada con uno o más polinomios que describen campos magnéticos asociados con cada una de las bobinas de transmisión (321 a 328, 422), incluyendo la determinación (710) de la posición del lápiz táctil (141, 250) adicionalmente, determinar (940), una o más regiones vecinas adyacentes a la primera región y, determinar (942) una posición interpolada del lápiz táctil (141, 250) en base a los datos de la intensidad del campo magnético asociado con las una o más regiones vecinas y la primera región.

2. Método según la reivindicación 1, en el que:

determinar la primera región incluye comparar una magnitud predeterminada del campo asociado con la primera región con un número particular del conjunto de números de campo; y

la primera región comprende una región cúbica.

30 3. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que:

cada una de las una o más señales de accionamiento incluye una señal modulada en frecuencia de FM.

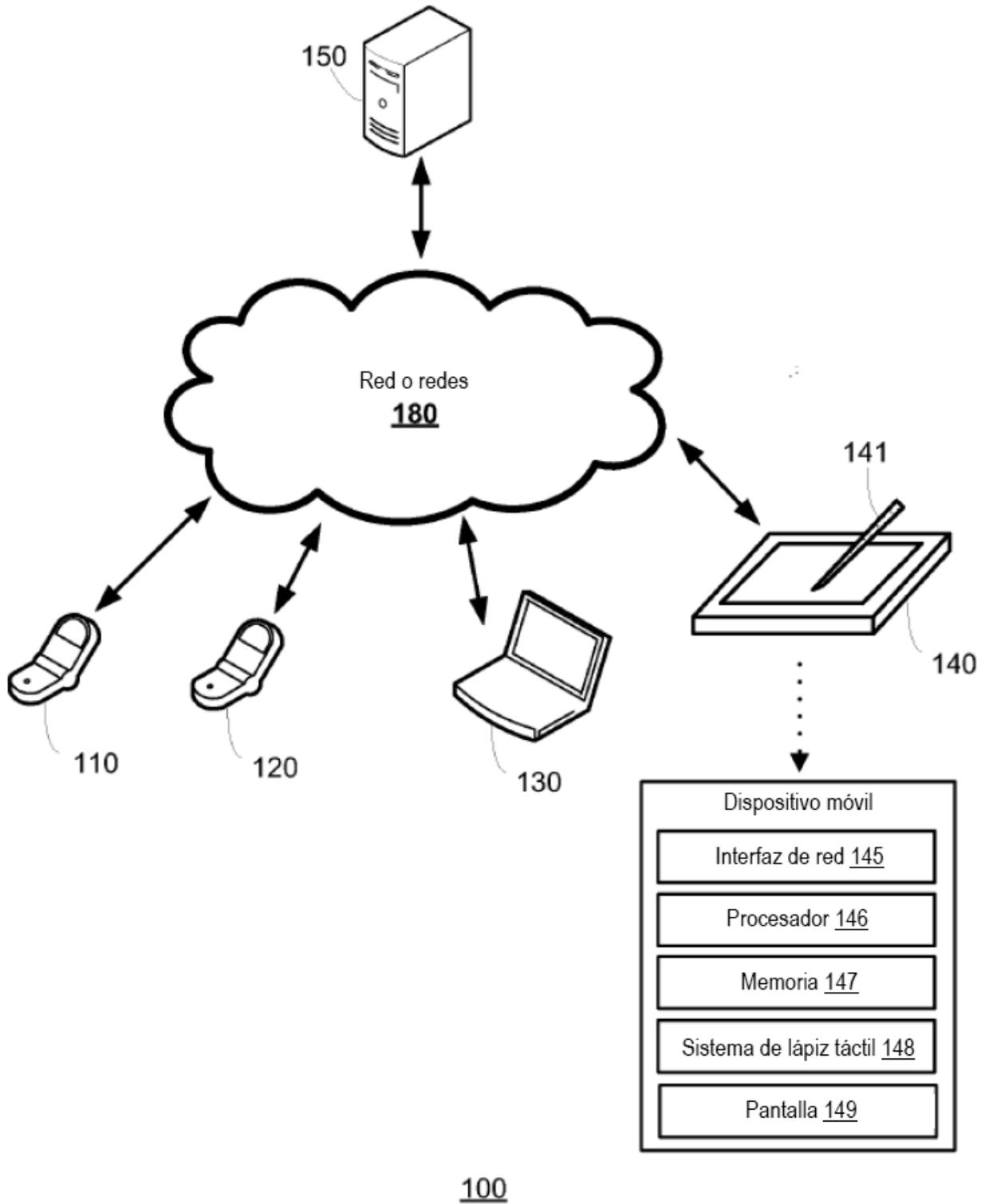
4. Medio de almacenamiento informático (2230, 2231, 2232, 2241, 2252, 2256), que comprende instrucciones legibles por ordenador que, cuando son ejecutadas por una unidad de procesamiento (2220), hacen que la unidad de procesamiento (2220) lleve a cabo el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

35 5. Sistema de lápiz táctil (540), que comprende:

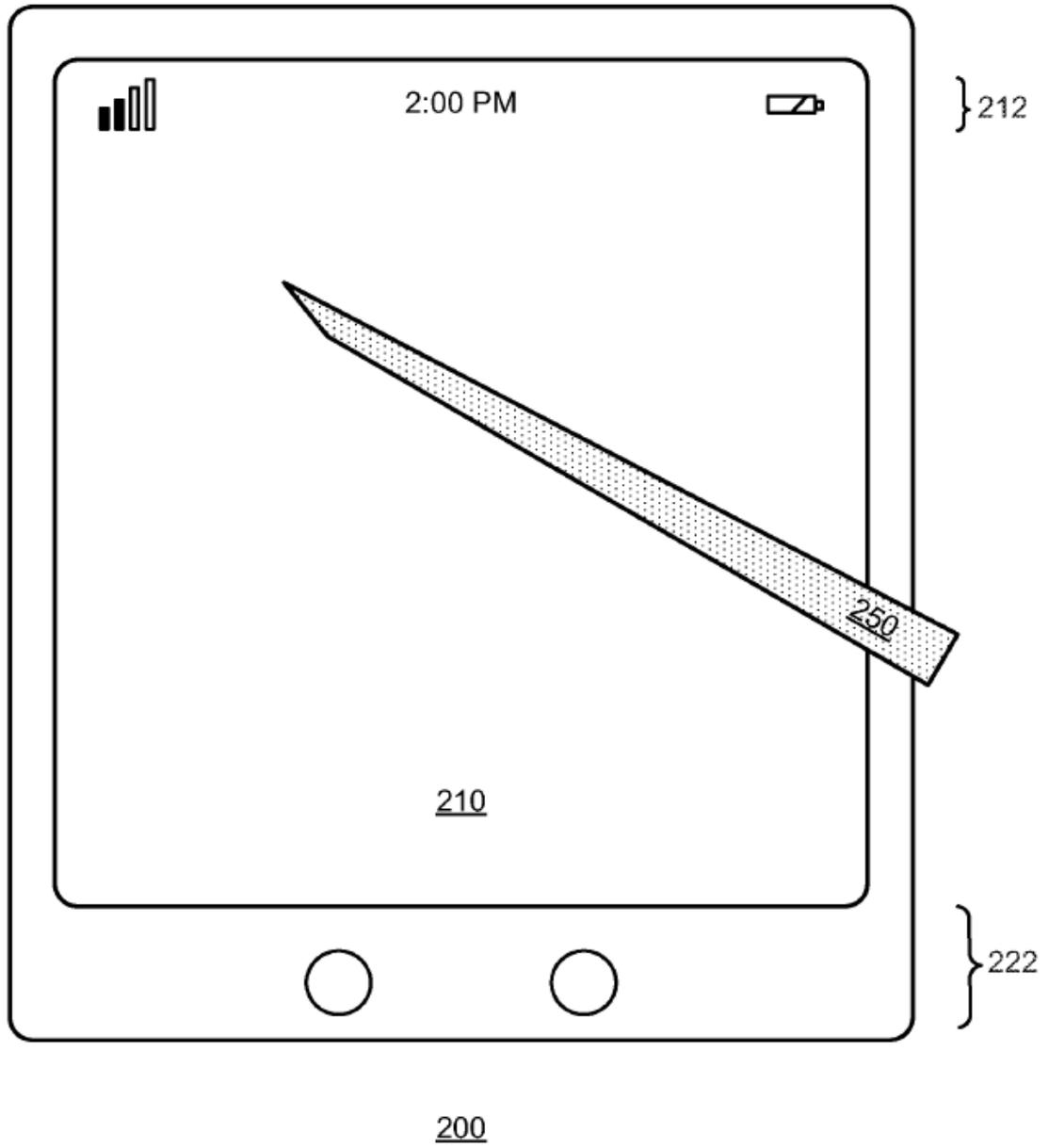
40 un lápiz táctil (141, 250) que incluye una pluralidad de bobinas de recepción (391 a 393, 424), incluyendo la pluralidad de bobinas de recepción (391 a 393, 424) una primera bobina (391 a 393, 424) dispuesta en una primera dirección y una segunda bobina (391 a 393, 424) dispuesta en una segunda dirección, incluyendo las una o más bobinas de recepción (391 a 393, 424) una tercera bobina (391 a 393, 424) dispuesta en una tercera dirección, siendo la primera dirección ortogonal a la segunda dirección y a la tercera dirección, siendo la segunda dirección ortogonal a la primera dirección y a la tercera dirección; y

45 un dispositivo de visualización (140) que incluye un controlador de lápiz táctil (544) y una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422), estando configurado el controlador de lápiz táctil (544) para generar una o más señales de accionamiento, estando cada una de las una o más señales de accionamiento asociadas con una bobina de transmisión (321 a 328, 422) particular de las una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422), estando configurado el controlador de lápiz táctil (544) para accionar cada una de las bobinas de transmisión (321 a 328, 422) con una señal de accionamiento particular de las una o más señales de activación, estando configurado el controlador de lápiz táctil (544) para recibir información de detección desde el lápiz táctil (141, 250) basada en uno o más campos magnéticos asociados con las una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422), incluyendo la información de detección un conjunto de números de campo que representan la intensidad de campo magnético detectada de cada una desde las bobinas de transmisión (321 a 328, 422) hasta cada una de las una o más bobinas de recepción (391 a 393, 424), estando el controlador de lápiz táctil (544) configurado para determinar una posición tridimensional del lápiz táctil (141, 250) dentro de un volumen localizado encima de una superficie del dispositivo de visualización (140), estando el volumen asociado con una pluralidad de regiones predeterminadas, estando

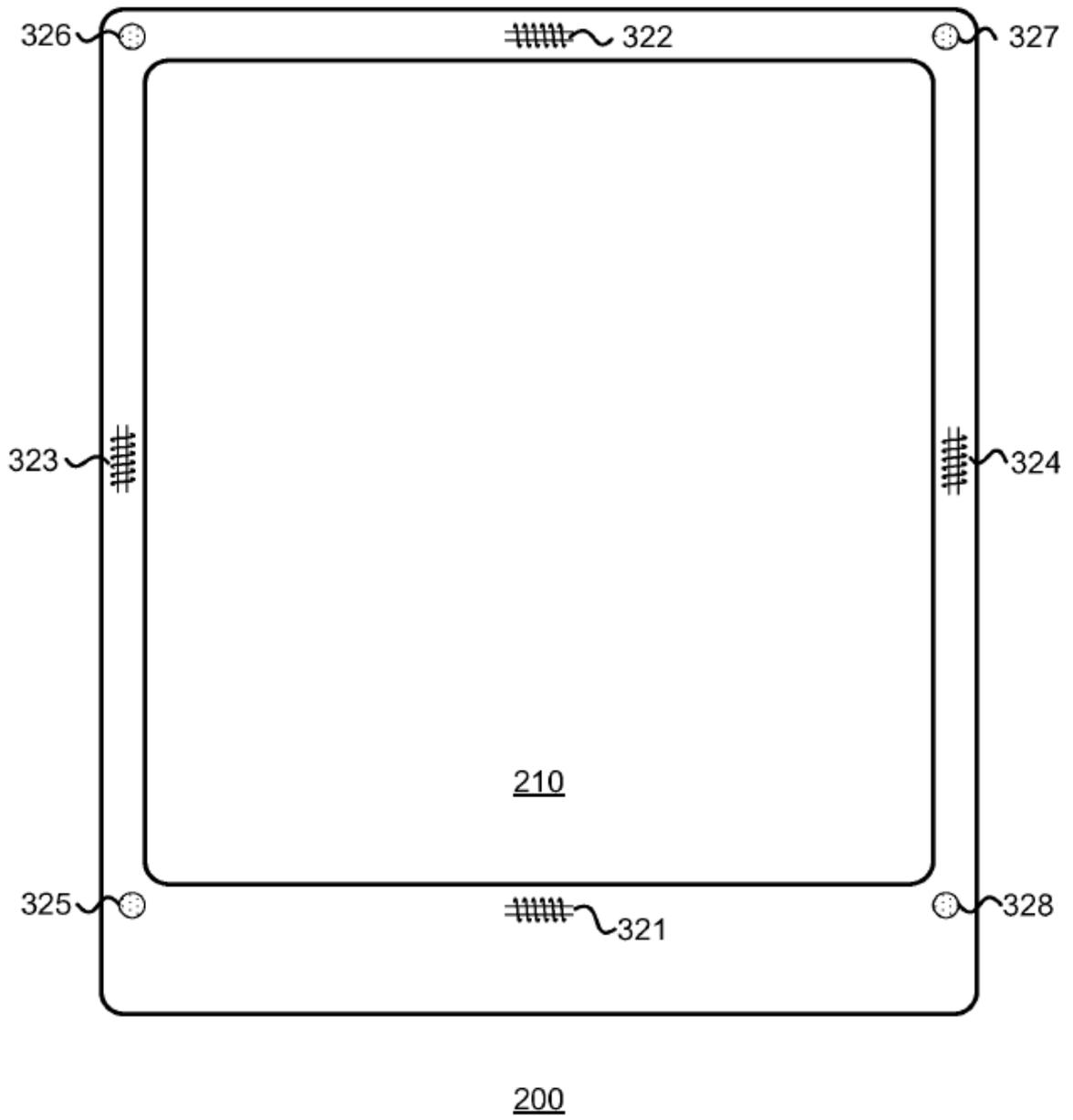
- 5 localizada la pluralidad de regiones predeterminadas con respecto a la superficie del dispositivo de visualización (140), incluyendo la determinación de la posición del lápiz táctil (141, 250) determinar una primera región de la pluralidad de regiones predeterminadas en base a la información de detección recibida, estando asociada la primera región con uno o más polinomios que describen campos magnéticos asociados con cada una de las una o más bobinas de transmisión (321 a 328, 422), estando configurado el controlador de lápiz táctil (544) para determinar una o más regiones vecinas adyacentes a la primera región y para determinar una posición interpolada del lápiz táctil (141, 250) en base a datos de la intensidad del campo magnético asociado con las una o más regiones vecinas y la primera región.
6. Sistema de lápiz táctil (540) según la reivindicación 5, en el que:
- 10 cada una de las una o más señales de activación incluye una señal modulada en frecuencia de FM.
7. Sistema de lápiz táctil (540) según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, en el que:
- el controlador de lápiz táctil (544) está configurado para recibir información de detección sobre un solo canal de RF



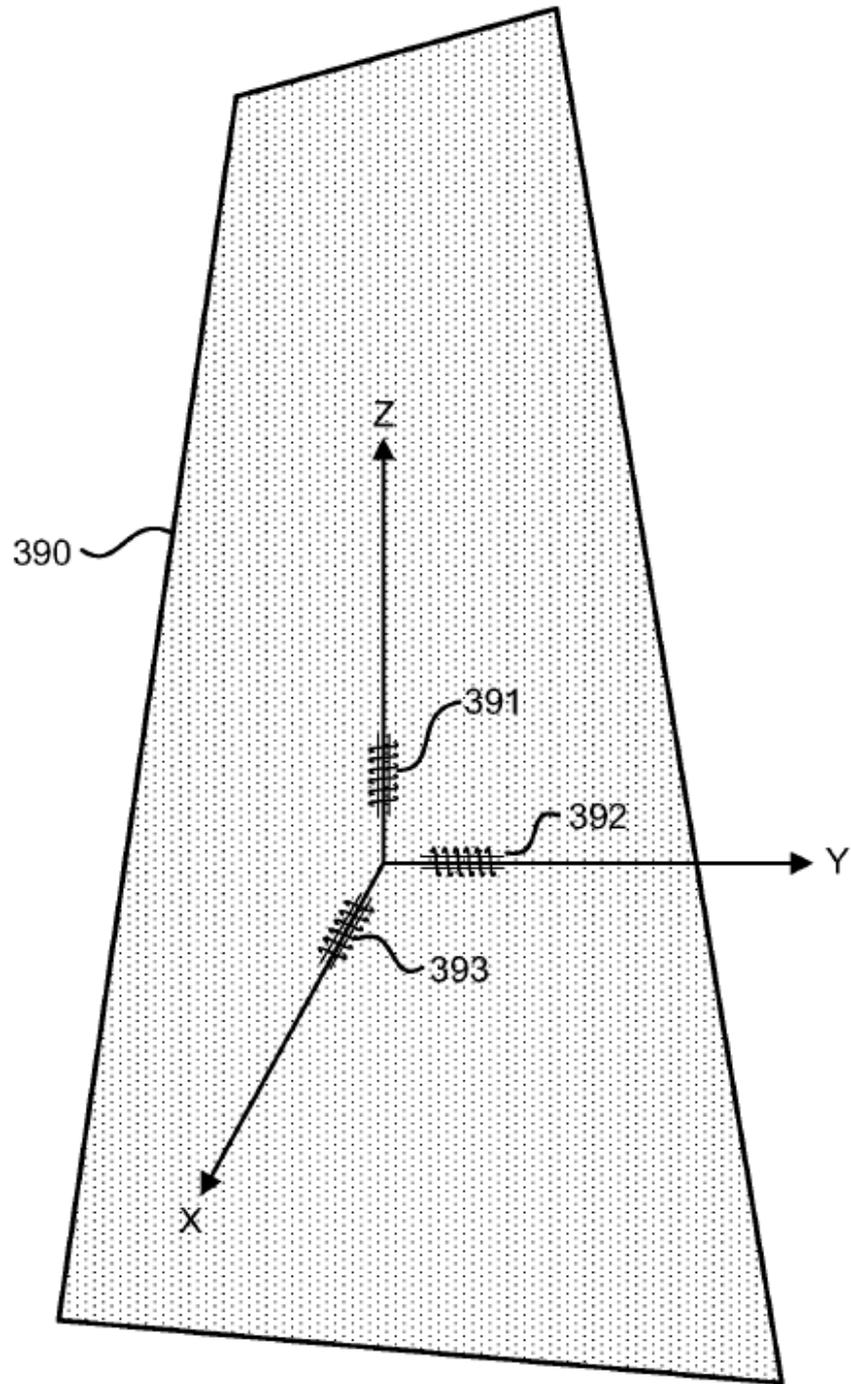
**FIG. 1**



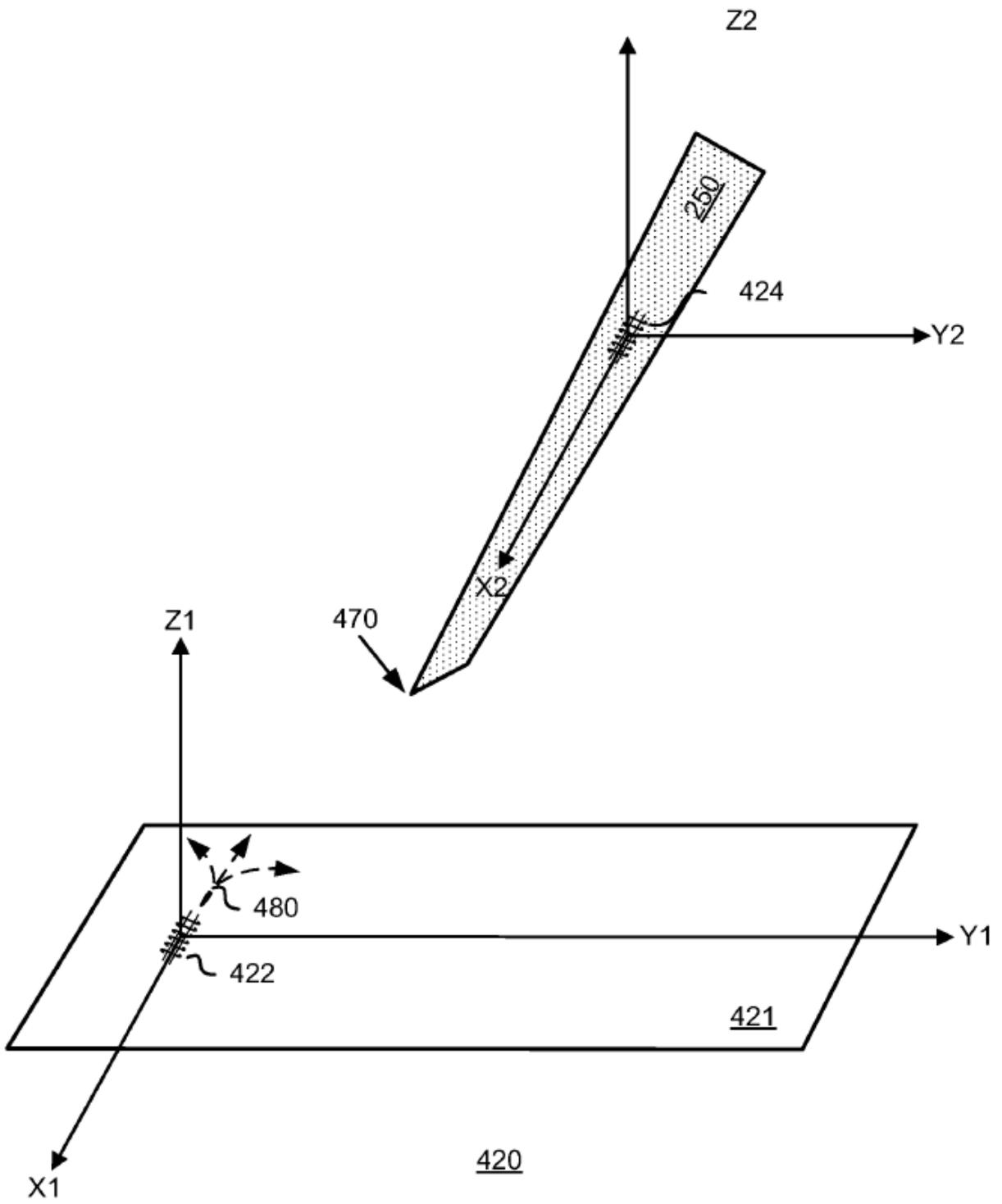
**FIG. 2**



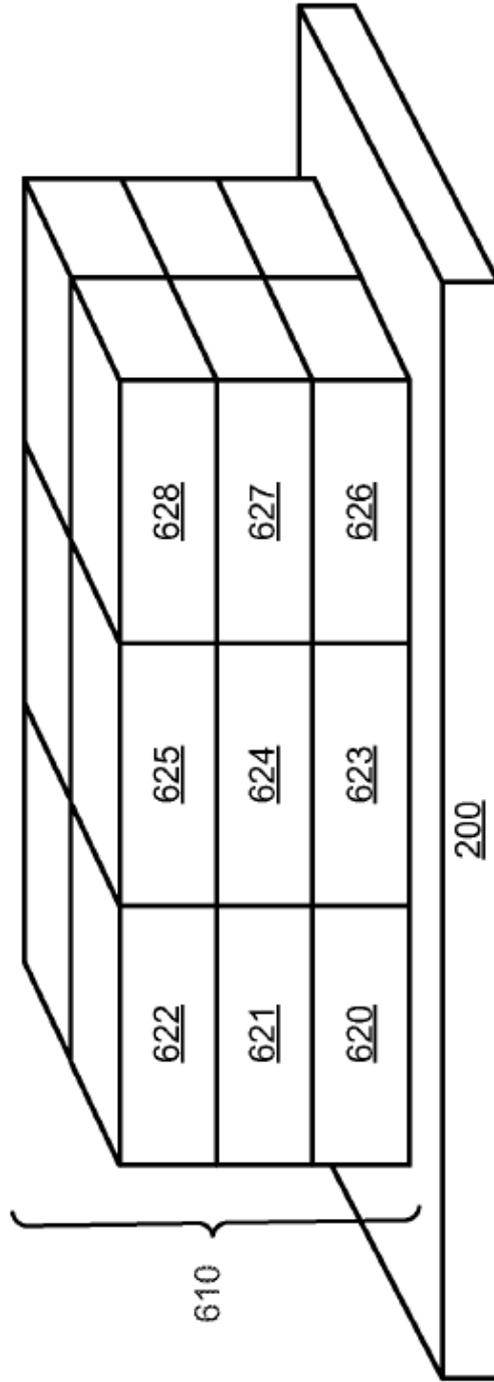
**FIG. 3A**



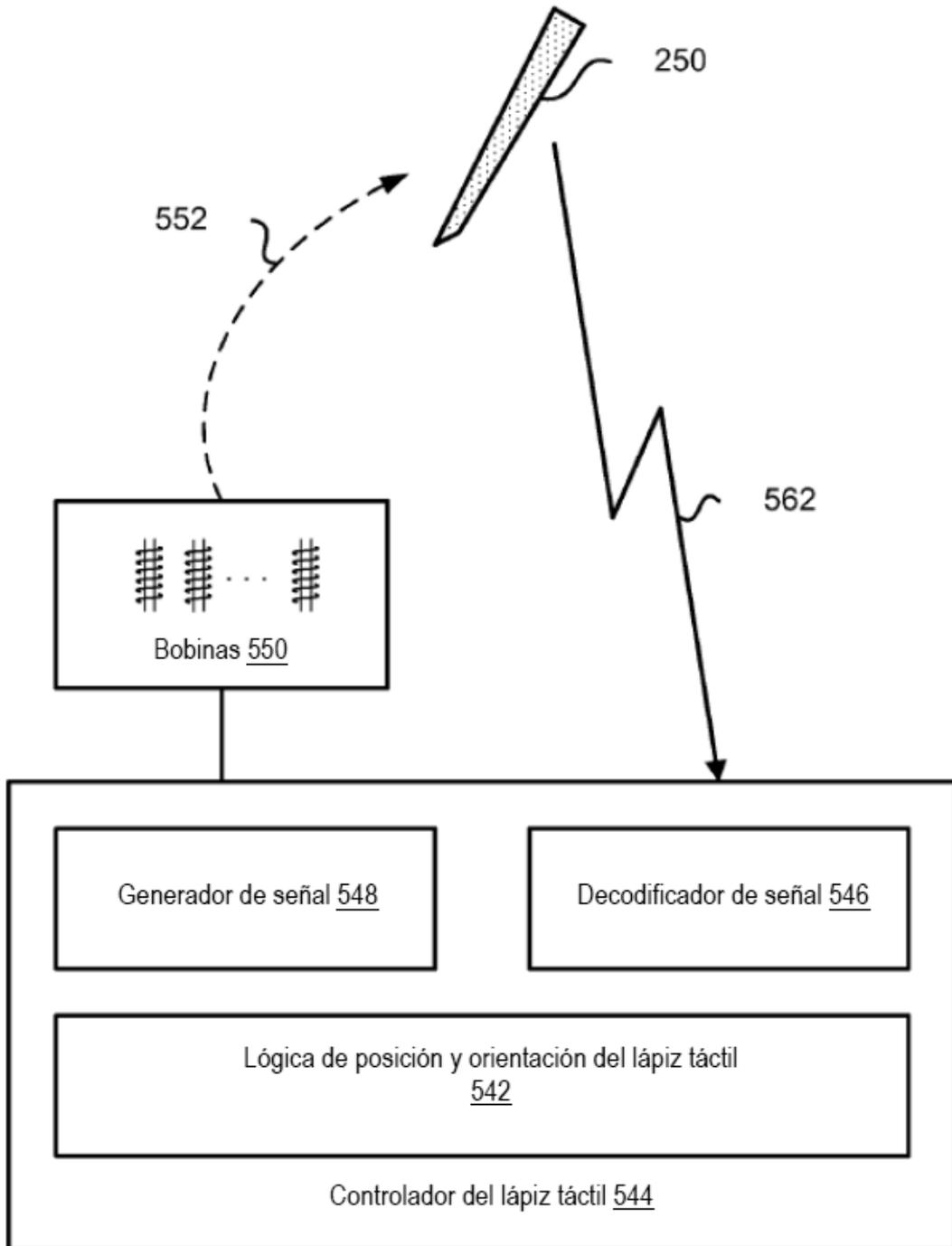
**FIG. 3B**



**FIG. 4A**

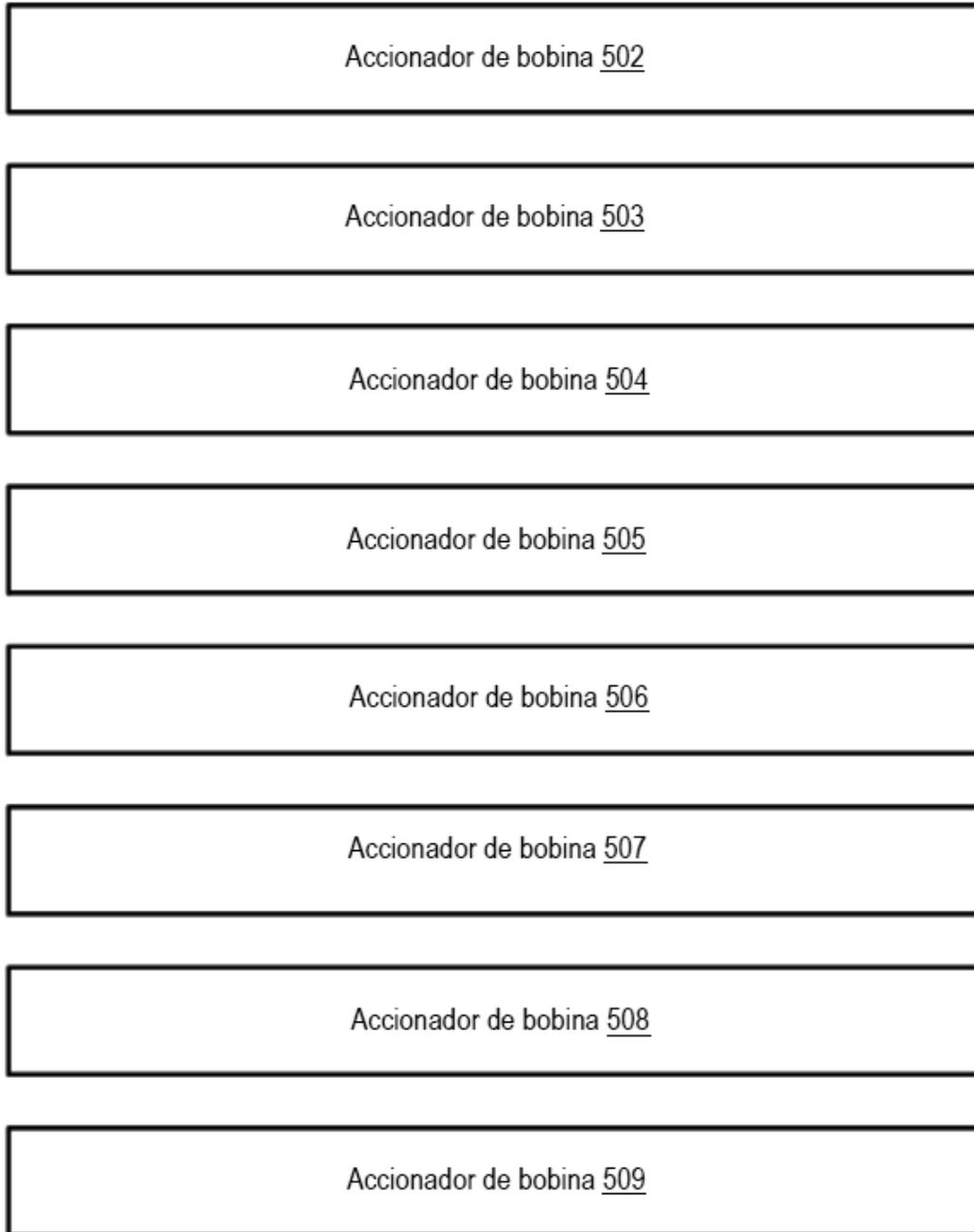


**FIG. 4B**



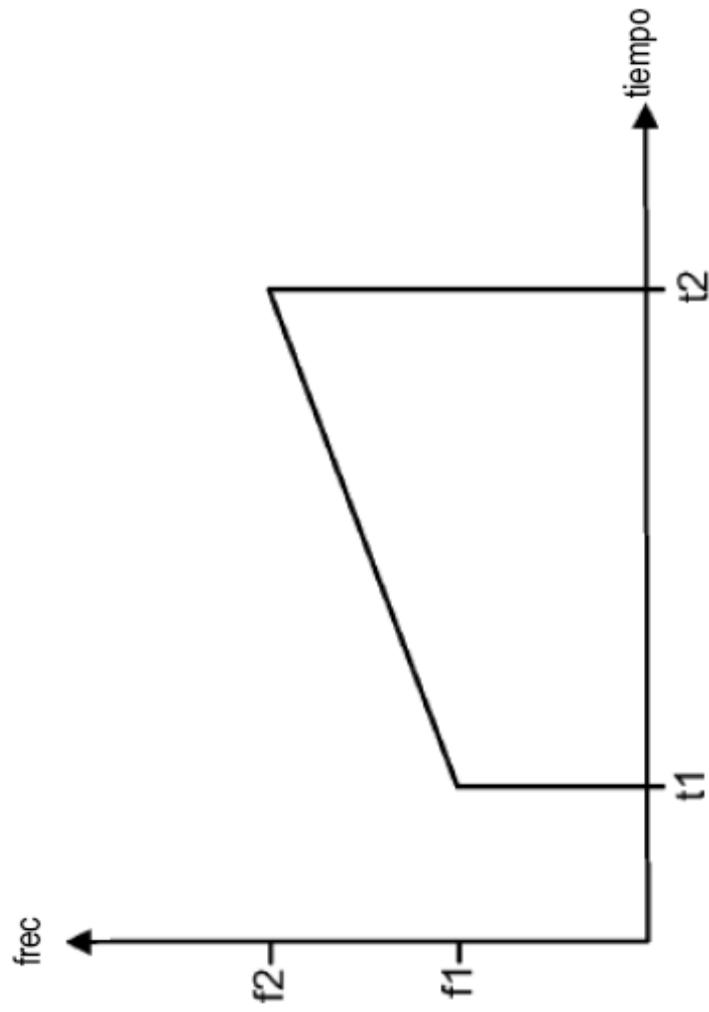
Sistema de lápiz táctil 540

**FIG. 5A**

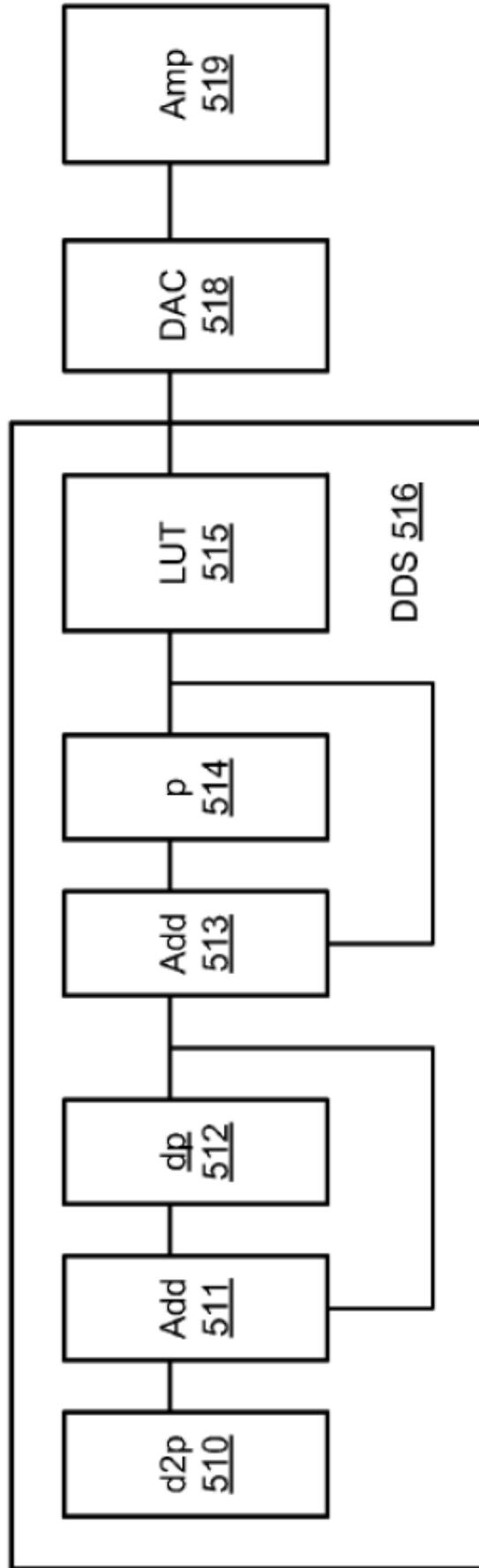


Generador de señal 548

**FIG. 5B**

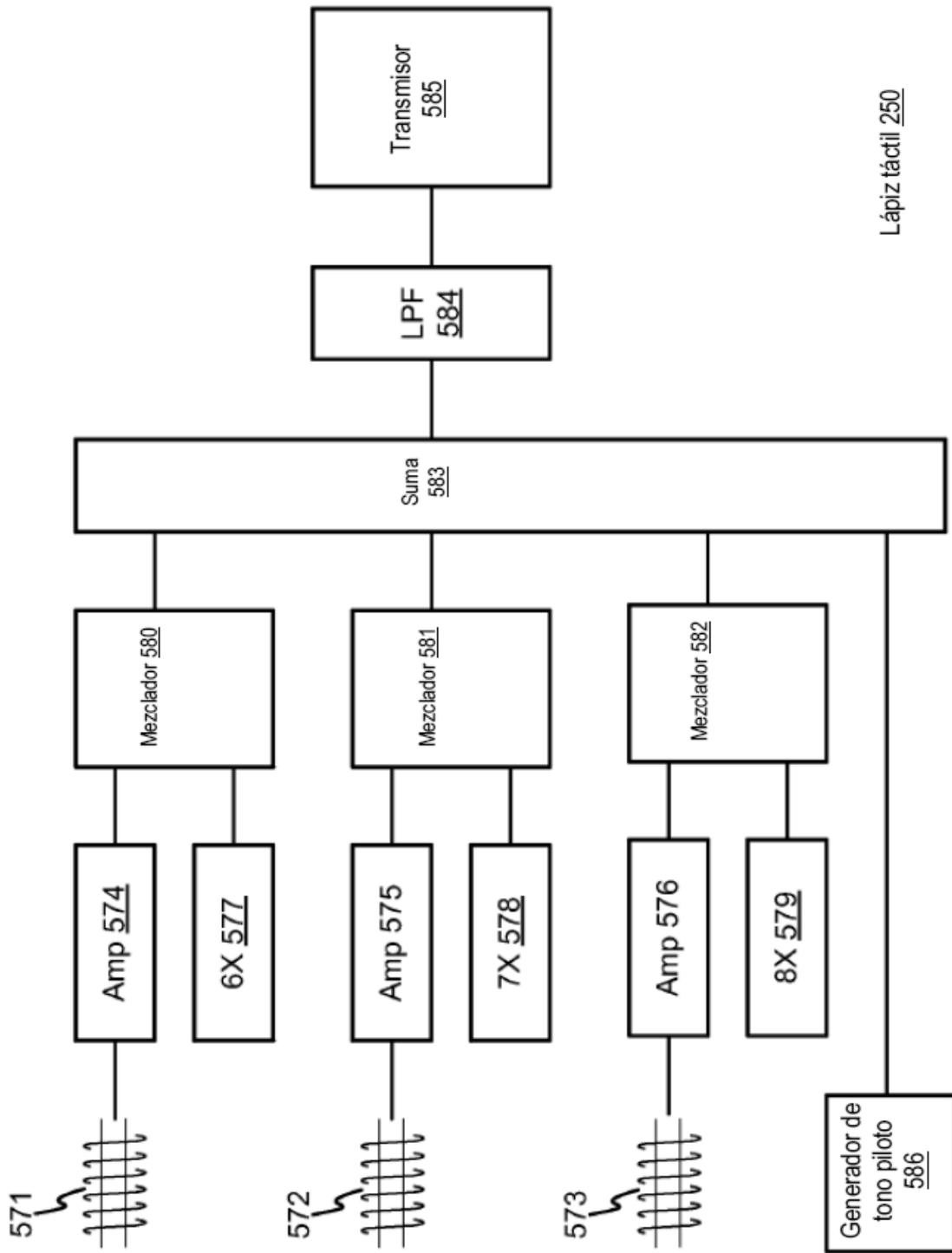


**FIG. 5C**

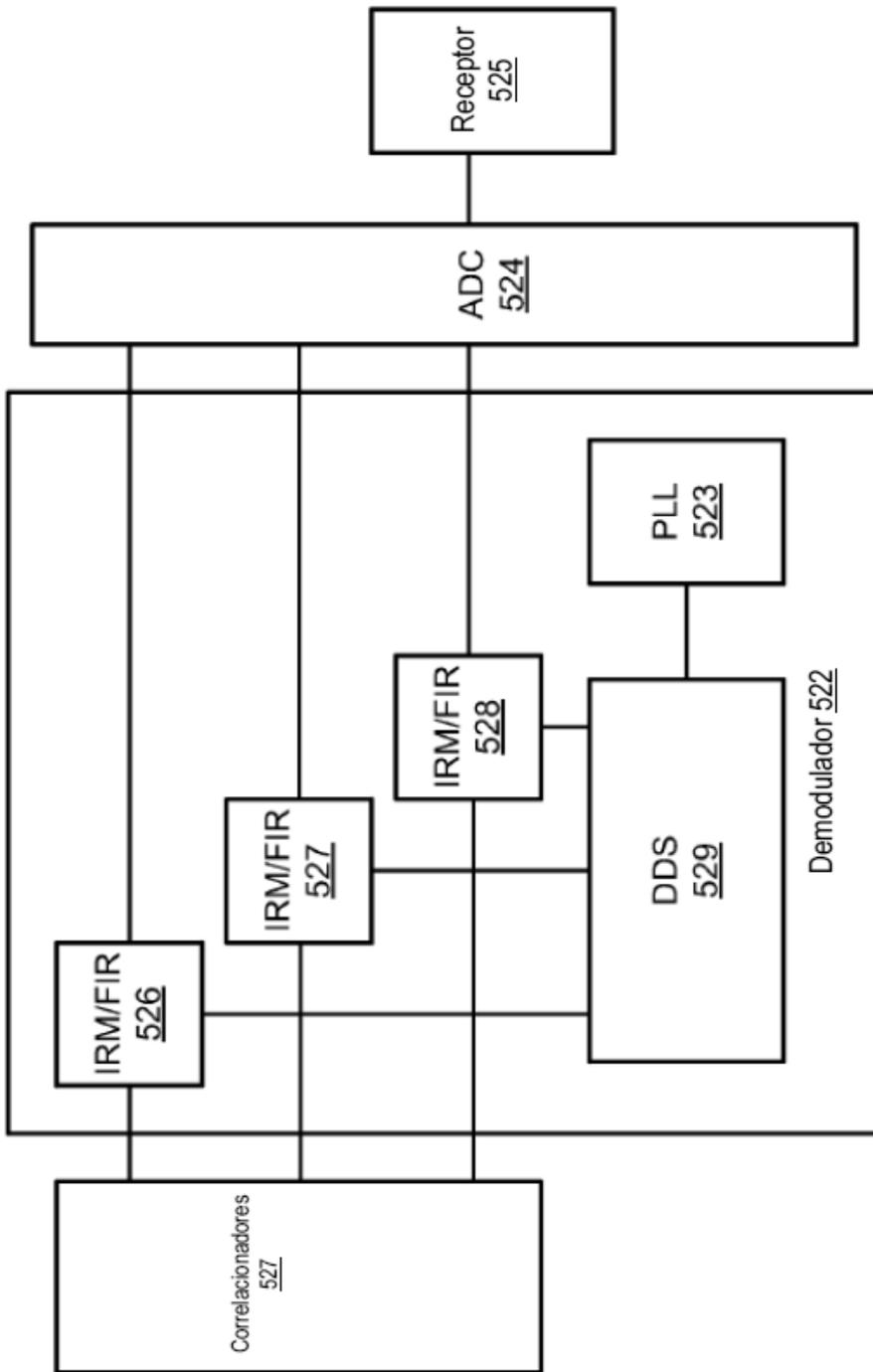


Accionador de bobina 502

**FIG. 5D**

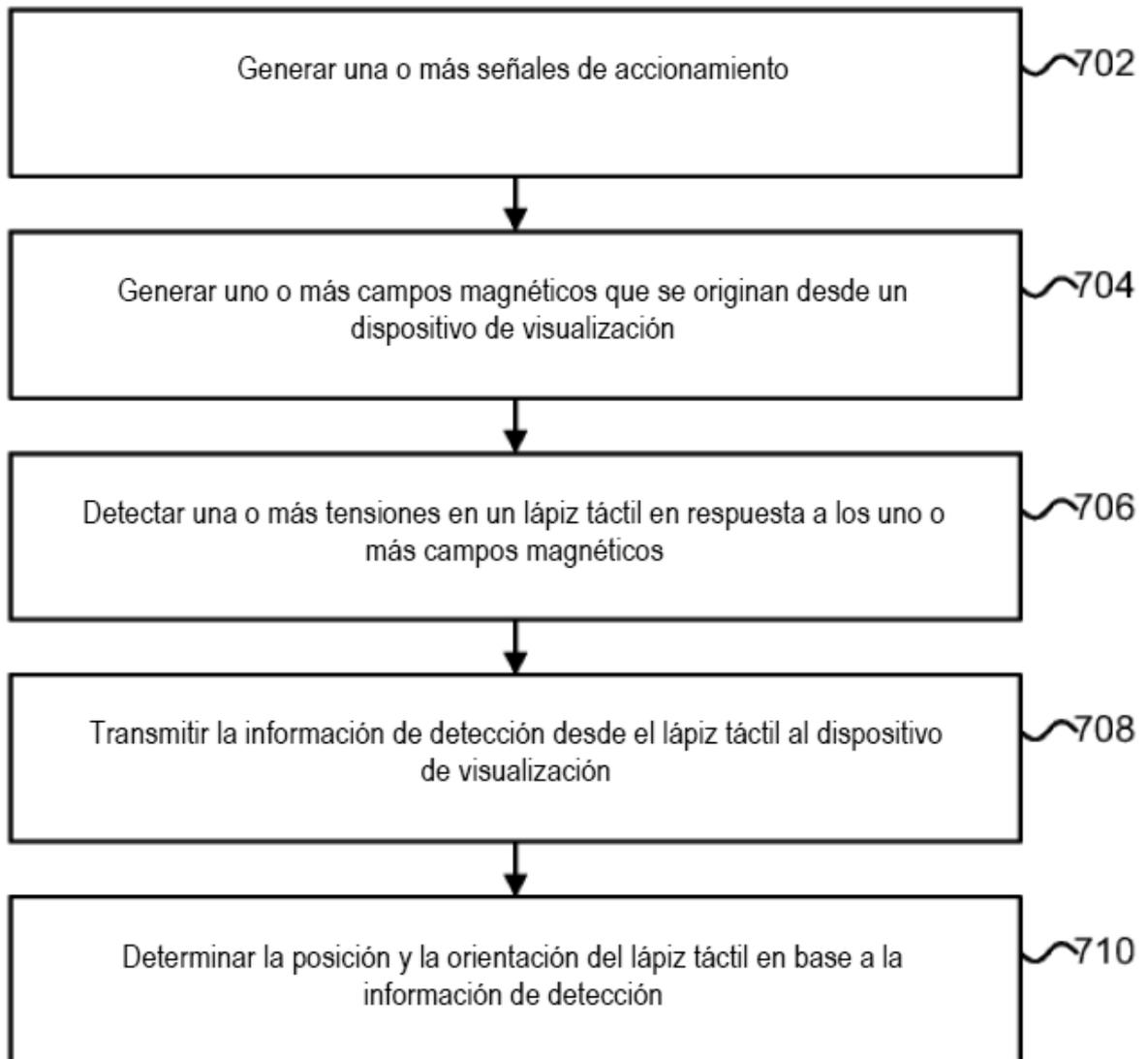


**FIG. 5E**

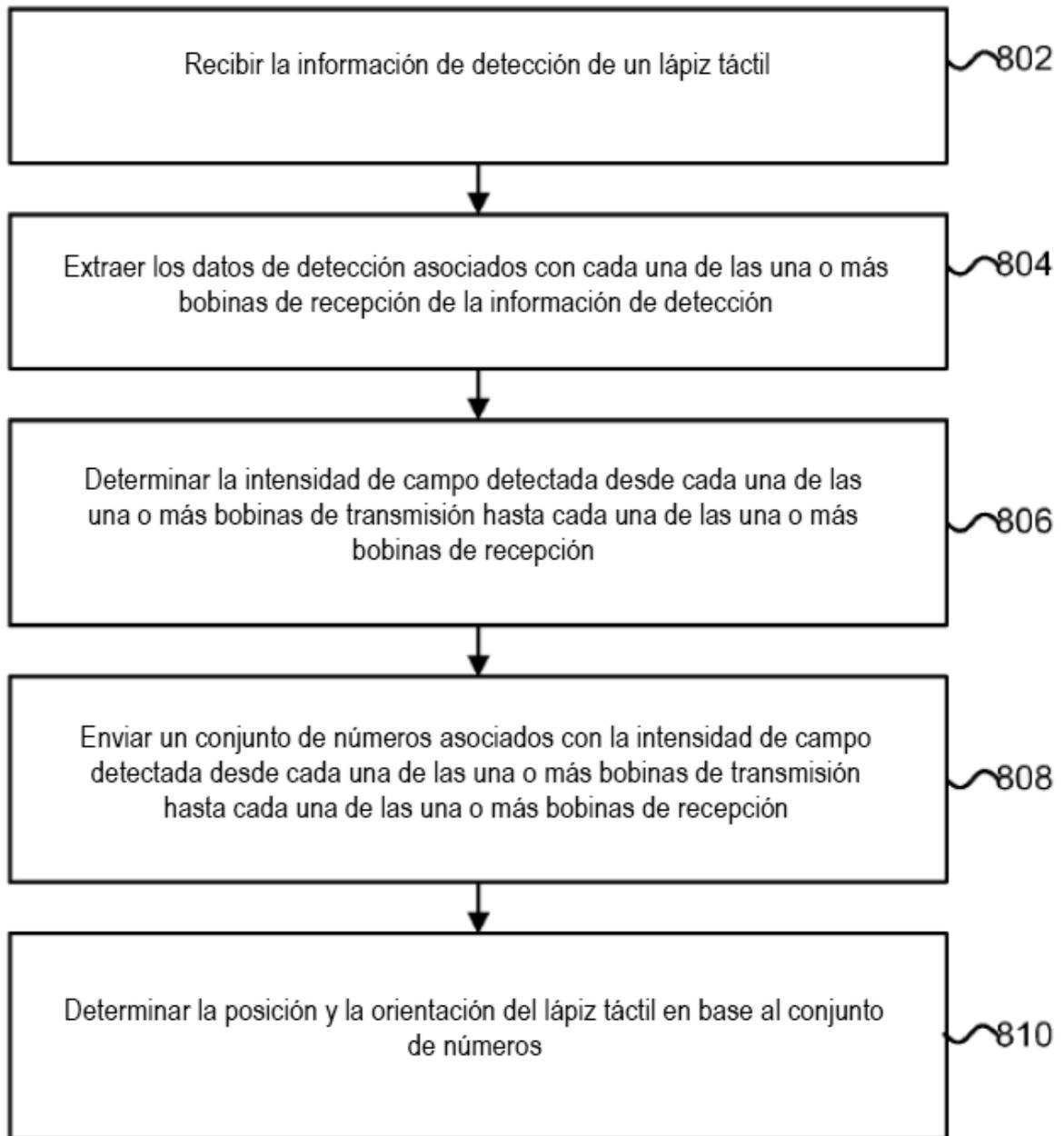


Decodificador de señal 546

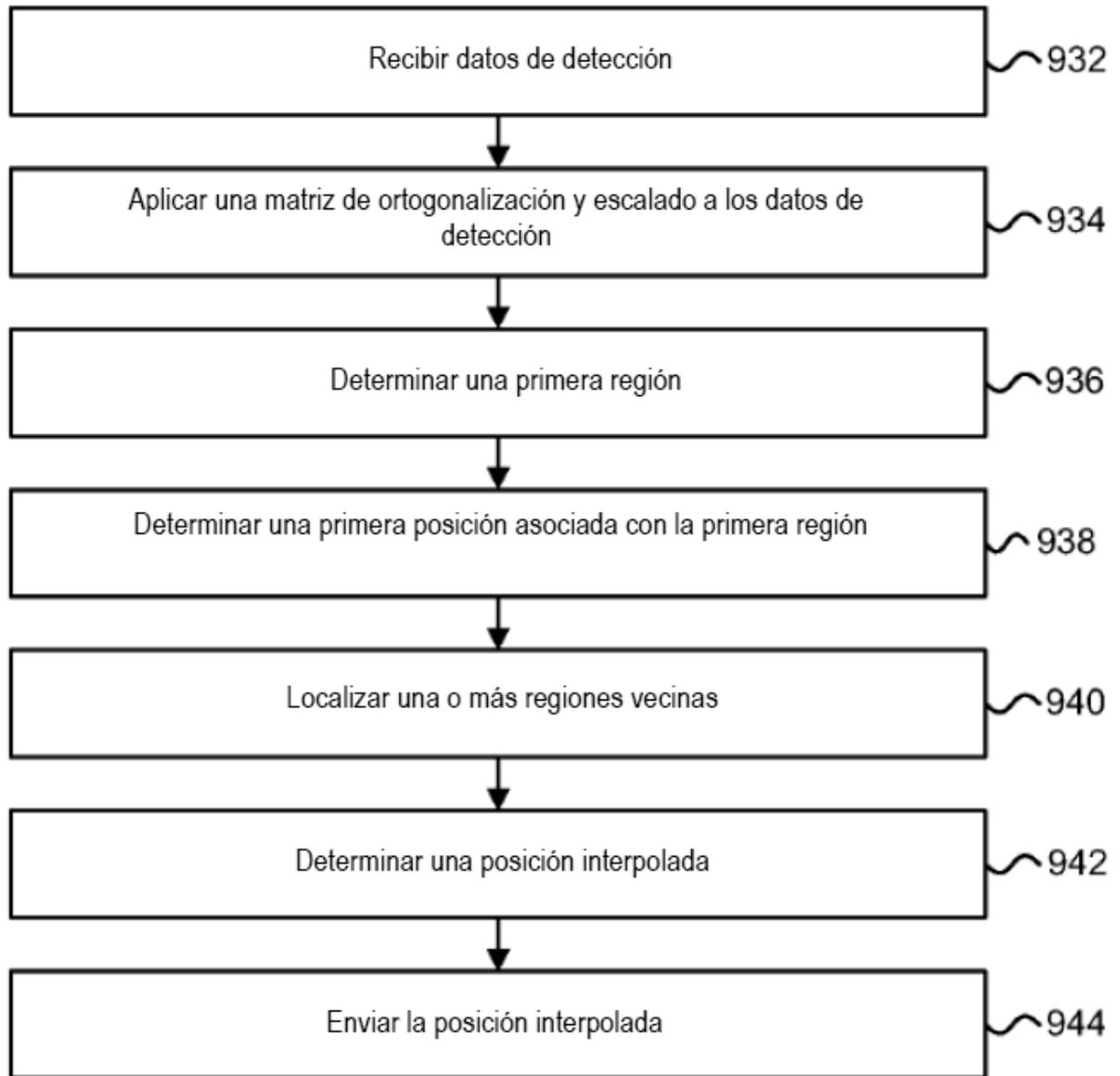
**FIG. 5F**



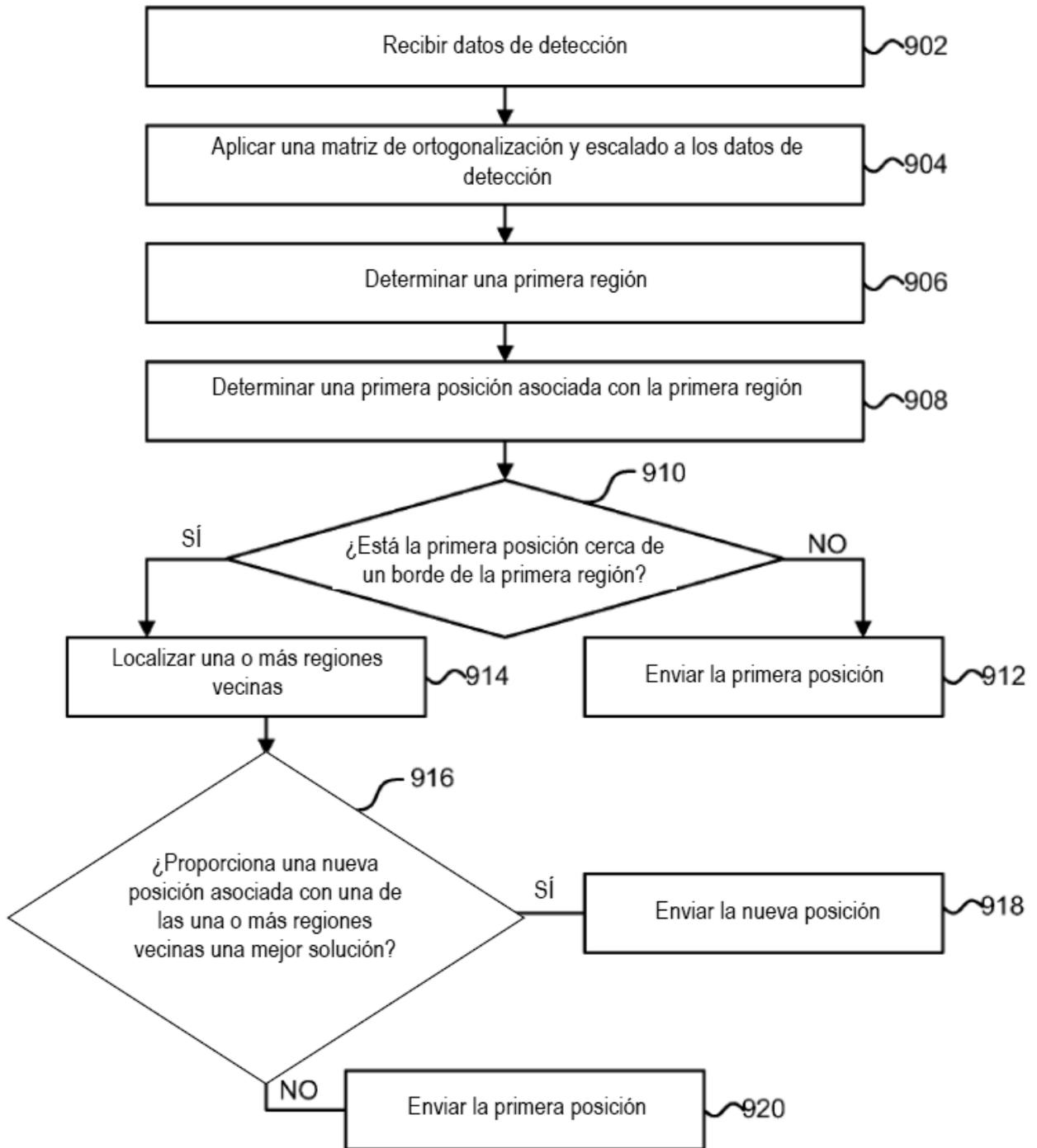
**FIG. 6**



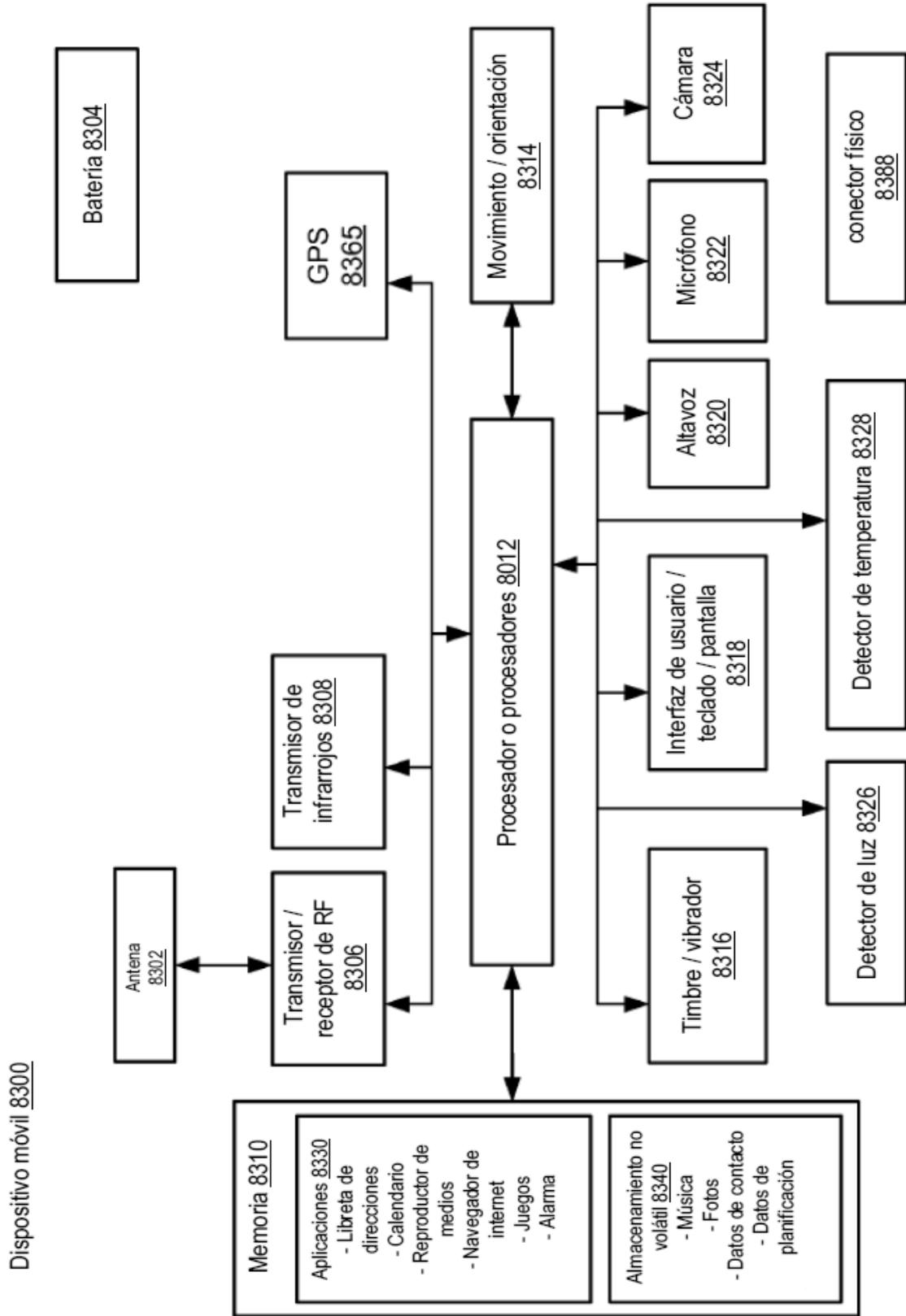
**FIG. 7**



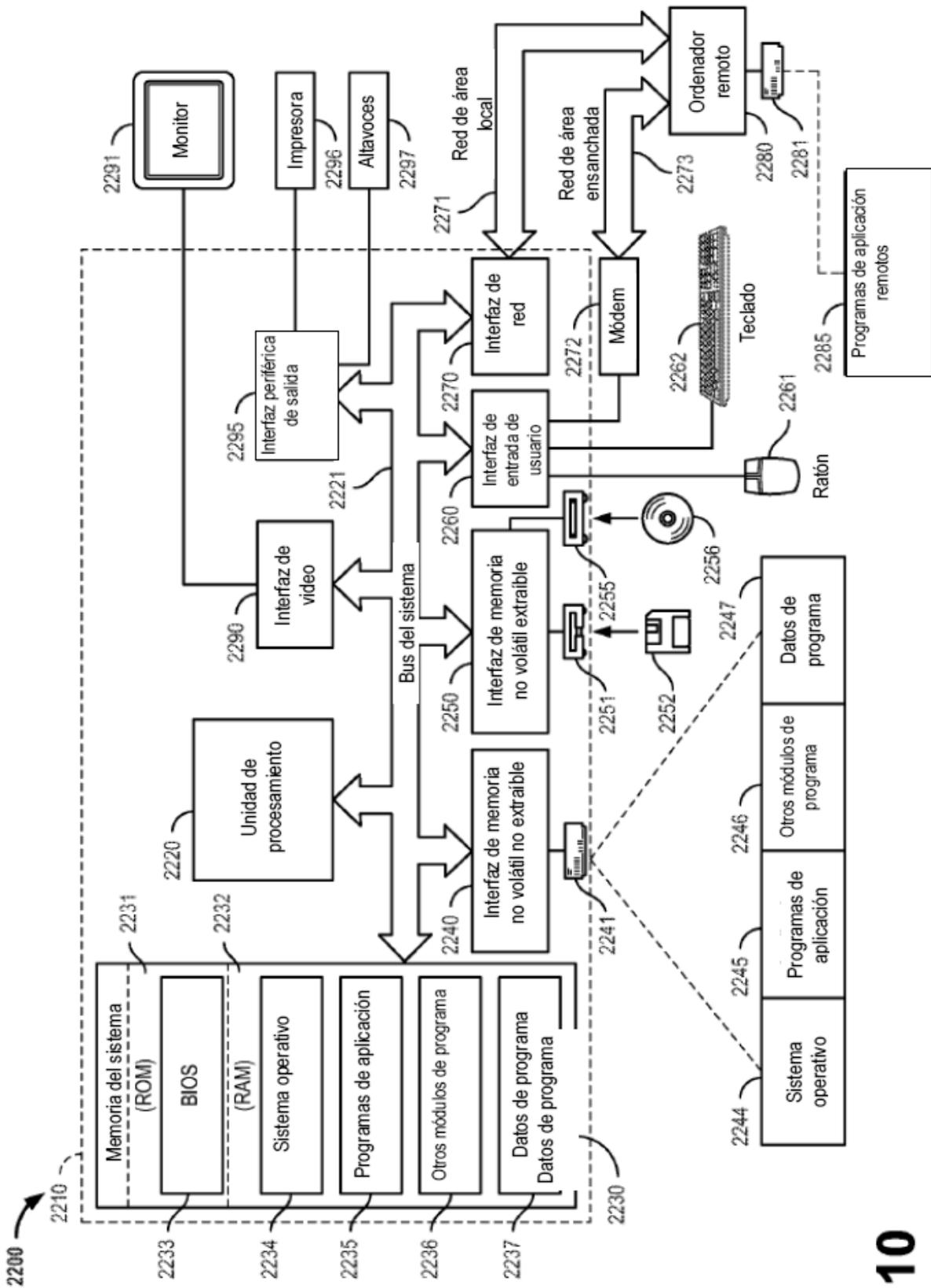
**FIG. 8A**



**FIG. 8B**



**FIG. 9**



**FIG. 10**